

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka

Tutkintotyö

Heikki Paasikko

PASTASIHTIEN AUTOMATISOINTI DAMATIC XD -JÄRJESTELMÄÄN

Työn valvoja
Työn teettäjä
Tampere 2006

DI Jukka Falkman
M-real Oyj, Tako Board, Jukka Pekkanen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Paasikko Heikki

Tutkintotyö

Työn valvoja

Työn teettäjä

Maaliskuu 2006

Hakusanat:

Pastasihtien automatisointi Damatic XD -järjestelmään

34 sivua + 48 liitesivua

DI Jukka Falkman

M-real Oyj, Tako Board, työnjohtaja Jukka Pekkanen

automaatiojärjestelmä, pasta, pastasihti

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella muutostyö, jolla korvataan logiikkajärjestelmällä toteutettu pastasihtien automatiikka Damatic XD -automaatiojärjestelmällä. Aiemmin käyttäjät eivät ole saaneet riittävästi tietoa laitteiston toiminnasta, mutta muutoksen jälkeen toimintaa voidaan seurata ja operoida valvomon näytöiltä.

Työ tehtiin M-real Oyj Tako Boardin kartonkitehtaalle, joka sijaitsee Tampereella. Työn kohteena olivat kartonkikone kahden kolmossivelyaseman pastasihdit, jotka erottelevat käytettävästä päällystysaineesta epäpuhtaudet pois.

Aiempi pastasihtien logiikkaohjausjärjestelmä puretaan ja I/O-tiedot liitetään Damatic XD -automaatiojärjestelmään. Kentältä puretaan kenttäkotelo ja tilalle asennetaan uusi. I/O-tiedot tuodaan Damaticilta runkokaapelia pitkin. Kenttäkoteloon asennetaan tarvittavat liittimet, magneettiventtiilit, taajuusmuuttajat, apureleet ja muut tarvittavat laitteet. Osa kenttälaitteista joudutaan uusimaan. Esimerkiksi venttiilit uusitaan, koska vanhoissa venttiileissä ei ollut rajatietoja saatavilla. Lisäksi pastasihtien moottorien ohjaukset muutetaan modernimmiksi.

Asennuspiirustukset ja sovellussuunnittelu tehtiin Damatic XD -suunnittelutyökaluilla. Projektista tehtiin kustannusarvio, jossa otettiin huomioon tarvikkeista ja asennuksista aiheutuvat kustannukset.

Ennen varsinaista käyttöönottoa tehdään mahdollisimman paljon esivalmisteluja ja laitteiden testauksia. Laitteisto asennetaan ja otetaan käyttöön pitkässä (kahden päivän) seisokissa.

TAMPERE POLYTECHNIC

Degree Programme in Electrical Engineering

Specialisation in Automation Engineering

Paasikko Heikki

Bachelor of Science Thesis

Supervisor

Commissioning Company

March 2006

Key Words

Automation of coating screens with Damatic XD

34 pages + (48 pages)

MSc Jukka Falkman

M-real Oyj, Tako Board, supervisor Jukka Pekkanen

automation system, coating, screen

ABSTRACT

The subject of this thesis was to design an improvement to the automation of coating screens in a board machine. The preceding logic control system will be replaced with Damatic XD automation control system.

M-real Oyj Tako Board is situated in Tampere, Finland. The target of the job was the coating screens of the coating unit of Board Machine II. The screens are used to separate the impurities of the coating material.

The old field box will be replaced with a new one. All the I/O-data will be brought from Damatic to the field box with a trunk cable. Furthermore, terminals, magnetic valves, AC-drives, relays and other devices will be installed in the field box.

Circuit diagrams, other technical drawings and application programs have been implemented with Damatic design tools. Moreover, the estimate of cost is included in the thesis.

Before the actual project begins, the necessary testings and possible preliminary preparations will be made. The entire equipment will be installed and initialized during the downtime of about two days.

ALKUSANAT

Olen ollut M-real Oyj Tako Boardissa töissä kaikki ammattikorkeakouluajan kesälomat, joten paikat ovat tulleet tutuiksi. Otin opinnäytetyön puheenaiheeksi hyvissä ajoin, jotta saisin hyödyllisen aiheen. Työnjohtaja Jukka Pekkanen kehitteli aiheen viimeisenä kesätyöpäivänä, kun olin siirtymässä neljännelle ja viimeiselle vuosikurssille. Aiheena oli kartonkikone kahden kolmossivelyaseman pastasihtien automatisointi. Pastasihtien toiminnasta ei ollut saatu tietoa käyttäjille, joten automatisoinnin uusinta oli tarpeen. Automaation uusiminen tekee laitteistosta käytännöllisemmän.

Otin aiheen vastaan, koska se kuulosti mielenkiintoiselta ja haastavalta. Työssä esitellään laitteiston toiminnan kuvaus, laitteiston muutokset, osaluettelon laatiminen, kustannusarvio, kenttäkotelon-, piirikaavioiden-, sovellus-, sekvenssien-, kaavionäytön- ja käyttöönoton suunnittelu. Kiitän tässä yhteydessä vielä Takon automaatio-osaston henkilökuntaa toimivasta yhteistyöstä. Erityisesti haluan kiittää työnjohtaja Jukka Pekkasta, ylimestari Jarmo Ritakalliota, automaatiotilan AT 300 henkilökuntaa ja DI Jouni Luukkosta sekä opinnäytetyön valvojaa, DI Jukka Falkmania. Kiitos myös kihlatulle tuesta ja kärsivällisyydestä.

Tampereella, 10. huhtikuuta 2006

Heikki Paasikko

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	7
2	M-REAL OYJ TAKO BOARD /1/	9
3	LAITTEISTON KUVAUS JA TOIMINTASELOSTUS /2/.....	10
3.1	LAITTEISTON KUVAUS	10
3.1.1	Suodatinelementit	11
3.1.2	Suodatinelementtien moottorit	13
3.1.3	Rejektiputki	14
3.1.4	Laitteiston venttiilit	14
3.1.5	Kenttäkotelo (ennen muutostyötä)	15
3.2	PASTASIHTIEN TOIMINTASELOSTUS	16
3.3	LAITTEISTON VAIKUTUS KARTONGIN PINNAN LAATUUN	17
4	LAITTEISTON MUUTOKSET.....	17
4.1	KENTTÄKOTELON VAIHDOS	17
4.1.1	Ohjauslaitteiston muutos	18
4.1.2	Moottoreiden suunnanvaihdon ja suojauksen toteutus.....	18
4.1.3	Paine-eromittauksen muutos.....	18
4.1.4	Magneettiventtiilien sijoitus	19
4.2	ON/OFF-VENTTIILIEN VAIHDOT	19
4.3	MOOTTOREIDEN KYTKENTÖJEN MUUTOKSET	19
5	OSALUETTELON LAATIMINEN.....	20
6	PROJEKTIN KUSTANNUSARVIO.....	22
7	KENTTÄKOTELON SUUNNITTELU	24
8	PIIRIKAAVIOIDEN SUUNNITTELU.....	24
8.1	I/O-KORTIT	24
8.2	PIIRIKAAVIOIDEN PIIRTO.....	26
9	SOVELLUSSUUNNITTELU	26
9.1	VENTTIILIT	27
9.2	YLÄRAJATIEDOT	27
9.3	MOOTTORIT	27
9.4	PAINE-ERO	27
9.5	SEKVENSSIN OHJAUS	28
10	SEKVENSSIEN SUUNNITTELU	28
10.1	PUHDISTUSKIEKKOJEN OHJAUS	28
10.2	SIHTIEN REJEKTOINTI JA TYHJENNYS	29
11	KAAVIONÄYTÖN SUUNNITTELU	29
12	KÄYTTÖÖNOTTO JA ASENNUKSET	30
12.1	TAAJUUSMUUTTAJIEN TESTAUS	30

12.2	AJANKOHTA	32
12.3	SEISOKISSA TARVITTAVA MIEHITYS.....	32
13	YHTEENVETO.....	32
	LÄHDELUETTELO.....	33
	LIITELUETTELO	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään M-real Oyj Tako Boardille. Tehdas valmistaa kolmikerroskartonkia kolmella kartonkikoneella. Työ tehdään kartonkikone kahden kolmossivelyasemalle, jossa sivellään kartongin pinnalle valkoinen maali eli pastakerros. Pastakerroksen täytyy olla tasainen, eikä siinä saa olla epäpuhtauksia. Laitteisto on kartongin laadun kannalta tärkeä, koska sen avulla saadaan kyseiset epäpuhtaudet poistettua.

Työn aihe on pastasihtien automatisointi Damatic XD -automaatiojärjestelmään. Työ on muutostyö, jossa logiikka korvataan Metson Damatic XD -automaatiojärjestelmällä. Aiemmin käyttäjät eivät saaneet riittävästi tietoa laitteiston toiminnasta, mutta muutoksen jälkeen toimintaa voidaan seurata ja ohjata valvomosta.

Työ sisältää seuraavat kokonaisuudet:

- toimintaselostus
- laitteiston muutokset
- osaluettelo
- kustannusarvio
- kenttäkotelon suunnittelu
- piirikaavioiden suunnittelu
- sovellussuunnittelu
- sekvenssien suunnittelu
- kaavionäytön suunnittelu
- käyttöönotto ja asennukset

Kaikkien kartonkikoneiden sivelyasemilla käytetään samanlaisia pastasihtejä. Jotkin niistä on liitetty jo alun pitäen automaatiojärjestelmään, ja joillakin tällainen

samanlainen muutostyö on vielä edessä. Muutostyö on tärkeä, koska prosessin valvojien on entistä helpompi paikantaa pinnan laadullisia ongelmia, kun nähdään tämänkin laitteiston toiminnot. Näitä samoja suunnitelmia voidaan hyödyntää myöhemmin muilla kartonkikoneilla, kun on saatu kartonkikone kahden kolmossivelyaseman pastasihtien ohjaukset toimimaan.

2 M-REAL OYJ TAKO BOARD /1/

M-real Oyj Tako Board sijaitsee Tampereella. Alkujaan se on toiminut puuhiomona, mutta nykyään se toimii kartonkitehtaana. Tako on työllistänyt ihmisiä jo vuodesta 1865. Nykyään tehdas työllistää 430 henkilöä.

Tehdas koostuu monesta eri osastosta, jotka kokonaisuutena muodostavat kartonkitehtaan. Kartonkikoneita on kolme. Tehtaassa on oma voimalaitos, joka tuottaa osan tehtaan sähköstä ja sen tarvitseman höyryn. Pastaosaston tehtävänä on valmistaa kartongin pintaan siveltävä pasta, joka sisältää epäorgaanisia pigmenttejä ja synteettistä sideainetta. Pasta on kuin valkoista maalia. Massaosastolla pulppereilla sekoitetaan keskenään vesi, tehtaalle tuleva kuivamassa ja kartonkihylystä tuleva kartonki.

Viimeistelyosastolla kartonki leikataan leikkureilla asiakkaan haluamalla tavalla. Siellä isoista kartonkirullista voidaan pituusleikkurilla leikata pienempiä rullia ja arkkileikkureilla leikata tietynkokoisia arkkeja. Viimeistelyosastolla myös pakataan kartonkirullat ja arkipinot heti leikkauksen jälkeen.

Valmistettava kartonki on kolmikerroksista taivekartonkia, jota valmistetaan neitseellisestä kuidusta. Kansi- ja taustakerrokseen käytetään valkaistua selluloosaa, ja sisäkerrokseen käytetään kemitermomekaanista hierrettä, jota kutsutaan myös CTMP:ksi. Kartonkiin sekoitetaan myös kartonkihylyä, jota kertyy kolmelta koneelta. Kartongin pintaan sivellään päällystysyksiköillä päällystettä eli pastaa. Ajo-ohjelman mukaisesti pastaa sivellään joko ainoastaan kartongin pintaan tai myös taustapuoleen.

Kartonkia käytetään yleensä pakkausmateriaalina, esimerkiksi savuke- ja suklaarasioissa. Takolla tuotetaan taivekartonkia 250000 tonnia vuodessa. Kartonkia toimitetaan maailmanlaajuisesti ja viennin määrä onkin huomattavat 95 %. Liikevaihto on noin 200 miljoonaa euroa.

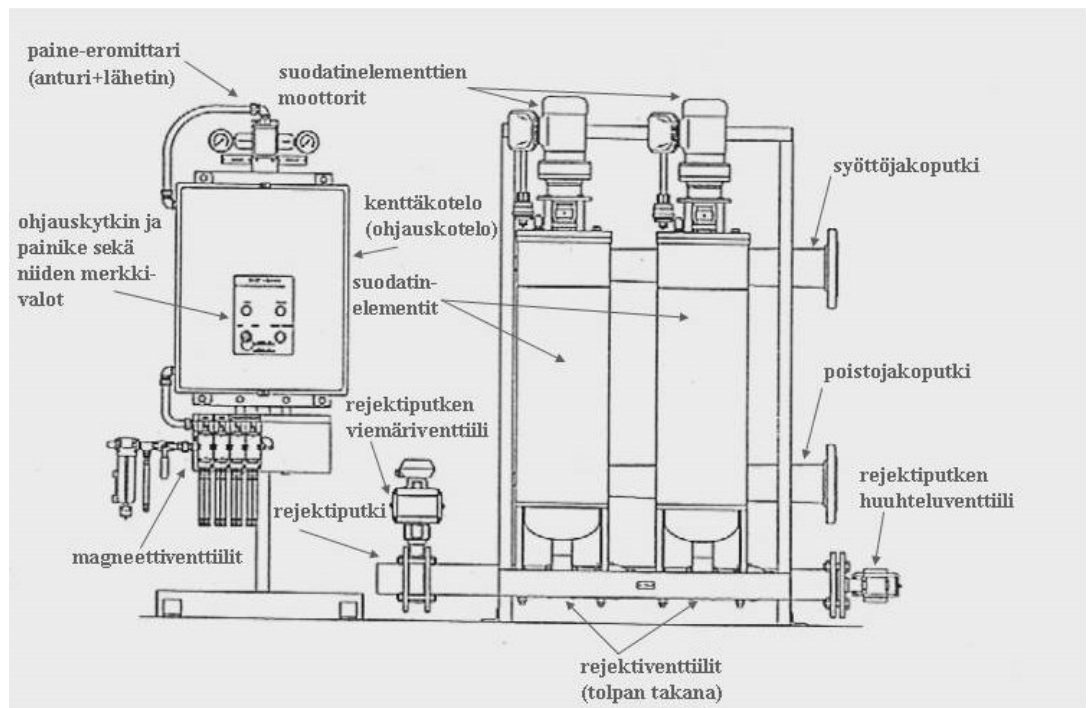
3 LAITTEISTON KUVAUS JA TOIMINTASELOSTUS /2/

3.1 Laitteiston kuvaus

Suodatinlaitteisto DCF-2000 (kuva 1) on yhdysvaltalaisen Ronningen-Petter Engineering Filter Systemsin tekemä, ja sen maahantuoja Suomessa on Findutrade Oy. Laitteisto on toimitettu Takolle yhtenä kokonaisuutena vuonna 1995.

Suodatinlaitteistoon kuuluvat seuraavat laitteet:

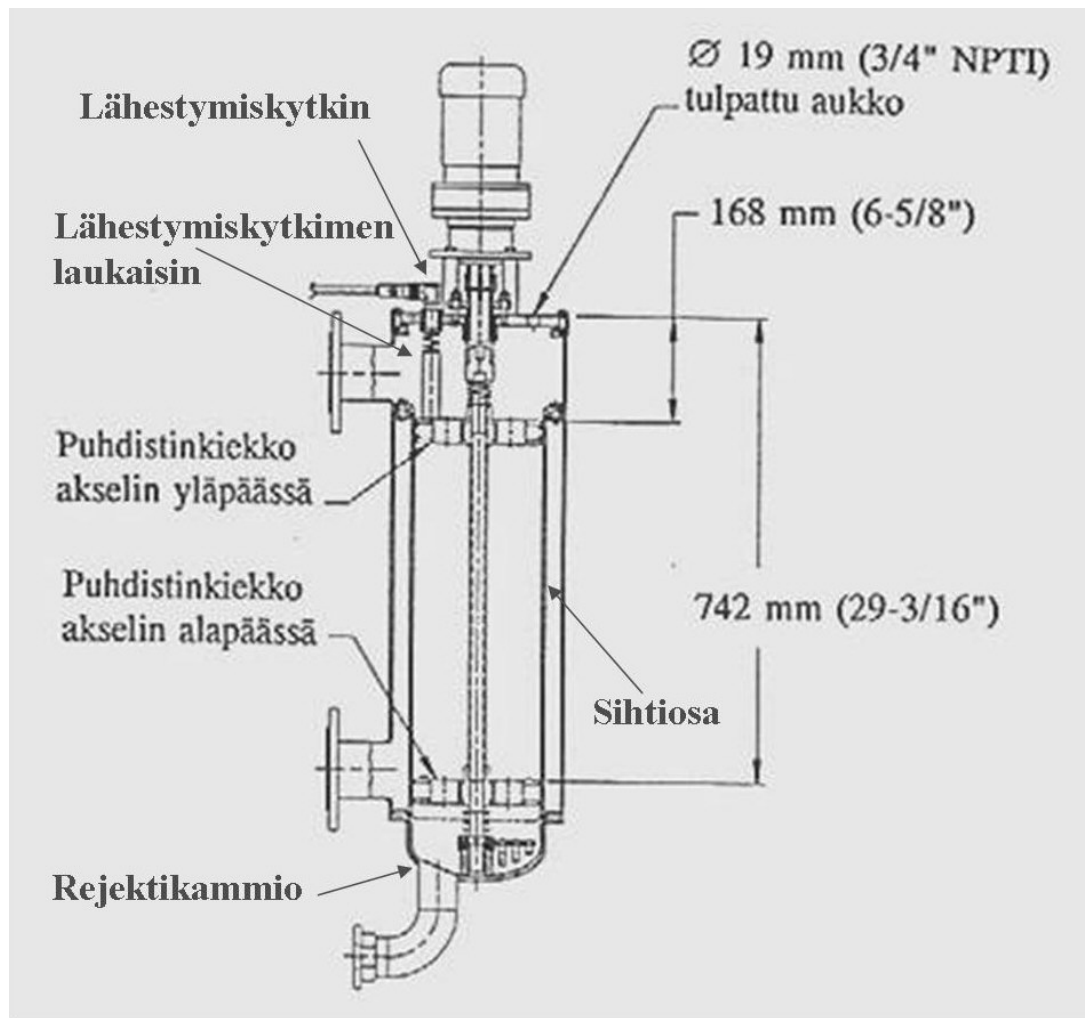
- suodatinelementit (2 kpl)
- suodatinelementtien moottorit
- syöttöjakoputki
- poistojakoputki
- rejektiputki
- rejektiventtiilit
- rejektiputken huuhteluventtiili
- rejektiputken viemäriventtiili
- kenttäkotelo (ohjauskotelo).



Kuva 1 Suodatinlaitteisto DCF-2000 /2/

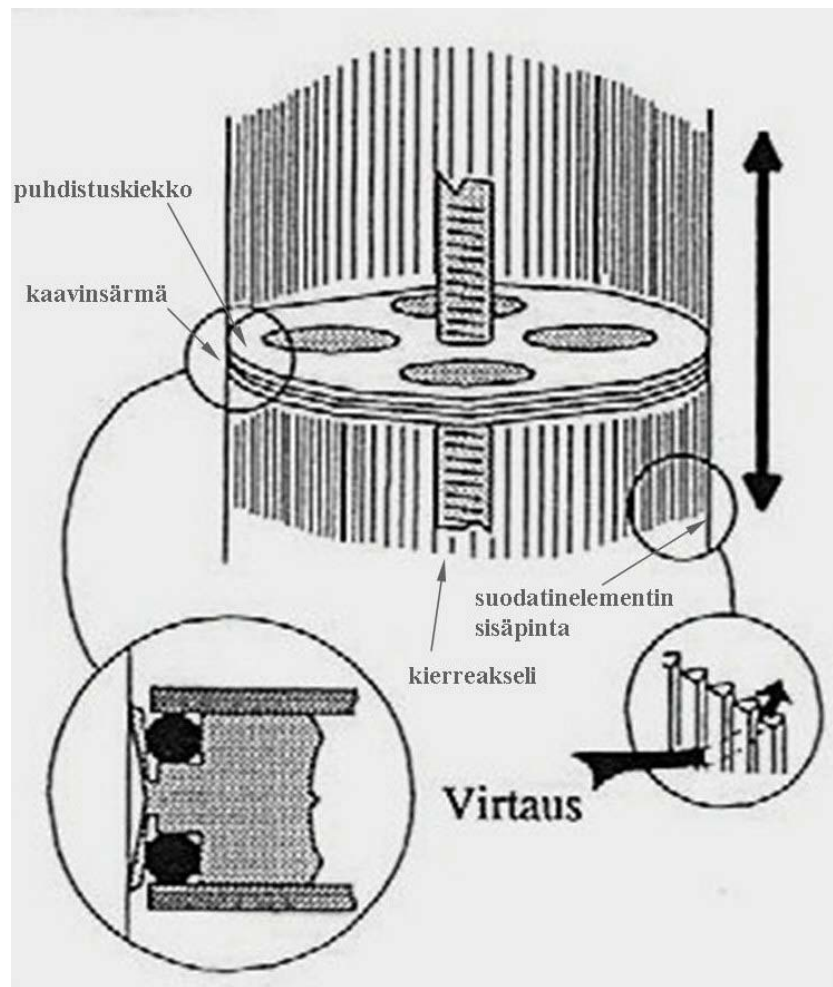
3.1.1 Suodatinelementit

Suodatinelementtejä on tässä laitteistossa kaksi. Niitä voisi olla enemmän tai vähemmän pastan määrän mukaan. Pasta jaetaan tasaisesti suodatinelementteihin ylemmän syöttöjakoputken avulla (kuva 1). Pasta kulkee suodatinelementin sisälierion pystyrakojen lävitse sisäpuolelta ulkopuolelle, jolloin suodatinelementin sisäpinnoille jää suodatettavasta pastasta epäpuhtauksia (kuva 2).



Kuva 2 Suodatinelementti /2/

Epäpuhtaudet poistetaan sihdistä puhdistinkiekkolla, joka liikkuu elementin sisällä edestakaisin. Puhdistinkiekon kaavinsärmä irrottaa elementin sihtiin jääneet epäpuhtaudet (kuva 3). Jatkuva pastan virtaus elementin yläosasta alaosaan, puhdistuskiekon edestakainen liike ja puhdistussärmän rakenne pakottavat irronneet epäpuhtaudet rejektikammioon (kuva 2), josta ne päästetään rejektiputkeen (kuva 1). Epäpuhtaudet päästetään rejektiputkeen käyttäjän asettaman ajan mukaan, esimerkiksi 3 tunnin välein.



Kuva 3 Suodatinelementin sihti, virtaussuunta ja kaavinsärmä /2/

Puhdistinkiekk' saadaan liikkumaan elementin sisällä moottorin avulla, joka on elementtien päällä (kuva 1). Moottorin akseliin on kiinnitetty kierretanko ja puhdistuskiekkoon on kiinnitetty kuljetusmutteri (kuva 3). Suodatettu pasta poistuu suodatinelementistä poistojakoputkeen (kuva 1), josta se menee kartonkikoneen sivelyasemalle. Sivelyasemalla pasta sivellään kartongin pinnalle.

3.1.2 Suodatinelementtien moottorit

Moottorit ovat 3-vaiheisia, nimellisjännite niissä on 575 V, nimellisvirta on 0,48 A, pyörimisnopeus 1720 kierrosta minuutissa ja ne on alun perin tehty pyörimään 60 Hz:n taajuudella. Takolla moottoreita pyöritetään 500 V:n jännitteellä, 0,18 kW:n teholla ja 50 Hz:n taajuudella, jolloin myös pyörimisnopeus pienenee arvoon 1440 kierrosta minuutissa.

Kun moottoreita pyöritetään vastapäivään, puhdistuskiekot kulkevat suodatinelementissä alaspäin. Ohjelmaan asetetun ajan jälkeen puhdistuskiekkopysähtyy suodatinelementin alapäähän, jolloin etäisyys suodatinelementin kannen yläpinnasta puhdistinkiekkoon on 742 mm (kuva 2). Kun puhdistinkiekkoon on ollut ala-asennossa hetken, niin sen jälkeen se lähtee ylöspäin. Puhdistuskiekkon kulkiessa ylöspäin moottori pyörii myötäpäivään. Kun puhdistinkiekkoon on elementin yläpäässä, niin siellä oleva induktiivinen lähestymiskytkin (kuva 2) tunnistaa sen ja antaa siitä sekvenssille tiedon. Kun sekvenssi on saanut tiedon, se pysäyttää moottorin ja käynnistää sen viiveen jälkeen pyörimään taas vastapäivään (puhdistuskiekkoon alaspäin). Jos lähestymiskytkin ei jostain syystä anna sekvenssille tietoa puhdistuskiekkon ylärajasta, niin ohjelma pysäyttää moottorin noin 10 sekuntia puhdistuskiekkon oletetun nousuajan jälkeen.

3.1.3 Rejektiputki

Rejektiputki sijaitsee suodatinyksikön alla (kuva 1). Rejektiputkeen johdetaan molemmista rejektikammioista rejektilietteet, jotka sisältävät suodatinelementtien suodattamia epäpuhtauksia. Rejektilietettä mahtuu yhteen rejektikammioon 6 litraa.

3.1.4 Laitteiston venttiilit

Laitteistoon kuuluvat seuraavat ON/OFF-venttiilit:

- rejektiventtiilit (2 kpl)
- rejektiputken huuhteluventtiili
- rejektiputken viemäriventtiili.

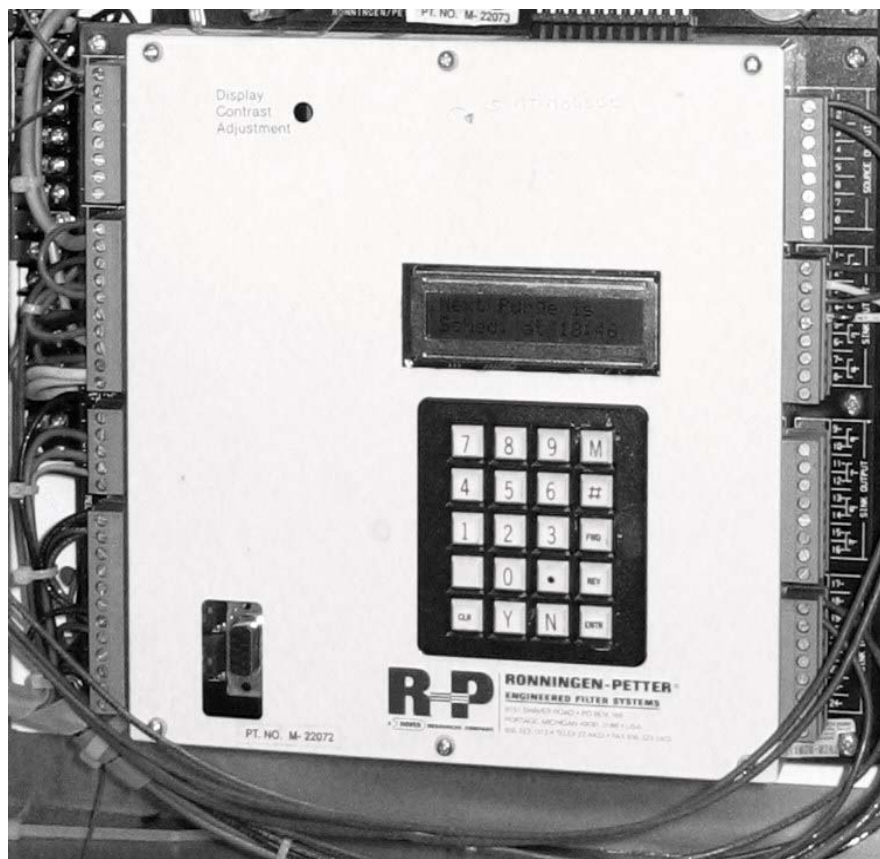
Rejektiventtiilit sijaitsevat suodatinelementtien ja rejektiputken välissä (kuva 1). Ne päästävät rejektilietteet rejektikammioista rejektiputkeen tietyn ajan välein. Rejektilietteet poistetaan yhdestä elementistä kerrallaan.

Rejektiputken huuhteluventtiili sijaitsee rejektiputken toisessa päässä (kuva 1). Huuhteluventtiili päästää puhdasta vettä rejektiputkeen. Vesi puhdistaa rejektiputken.

Rejektiputken viemäriventtiili sijaitsee rejektiputken vastakkaisessa päässä. Viemäriventtiilin tehtävänä on päästää rejektiliete ja huuhteluvesi pois rejektiputkesta.

3.1.5 Kenttäkotelo (ennen muutostyötä)

Kenttäkotelo sijaitsee kentällä pastasihtien vieressä (kuva 1). Kenttäkotelon sisällä on logiikka (kuva 4), joka käsittelee laitteiston I/O-tiedot ja ohjaa laitteiston toimintoja. Kotelon sisällä ovat myös moottoreiden suunnanvaihtoreleet ja moottorisuojat (lämpöreleet). Kotelon sivussa ovat magneettiventtiilit, joilla ohjataan ON/OFF-venttiileitä. Kotelon kannessa ovat laitteiston käynnistyskytkin, puhdistuksen käsikäynnistyspainike sekä niiden merkkivalot. Laitteiston paine-eromittari (anturi + lähetin) on kotelon päällä, jonne tulee kaksi yhdettä prosessista. Toinen yhteistä on otettu syöttöjakoputkesta ja toinen poistojakoputkesta. Paine-eromittari mittaa suodatinelementtien yli olevaa painetta, joka riippuu suodatinelementtien likaisuudesta. Mitä enemmän suodattimien sihteissä on epäpuhtauksia, sitä enemmän on paine-eroa.



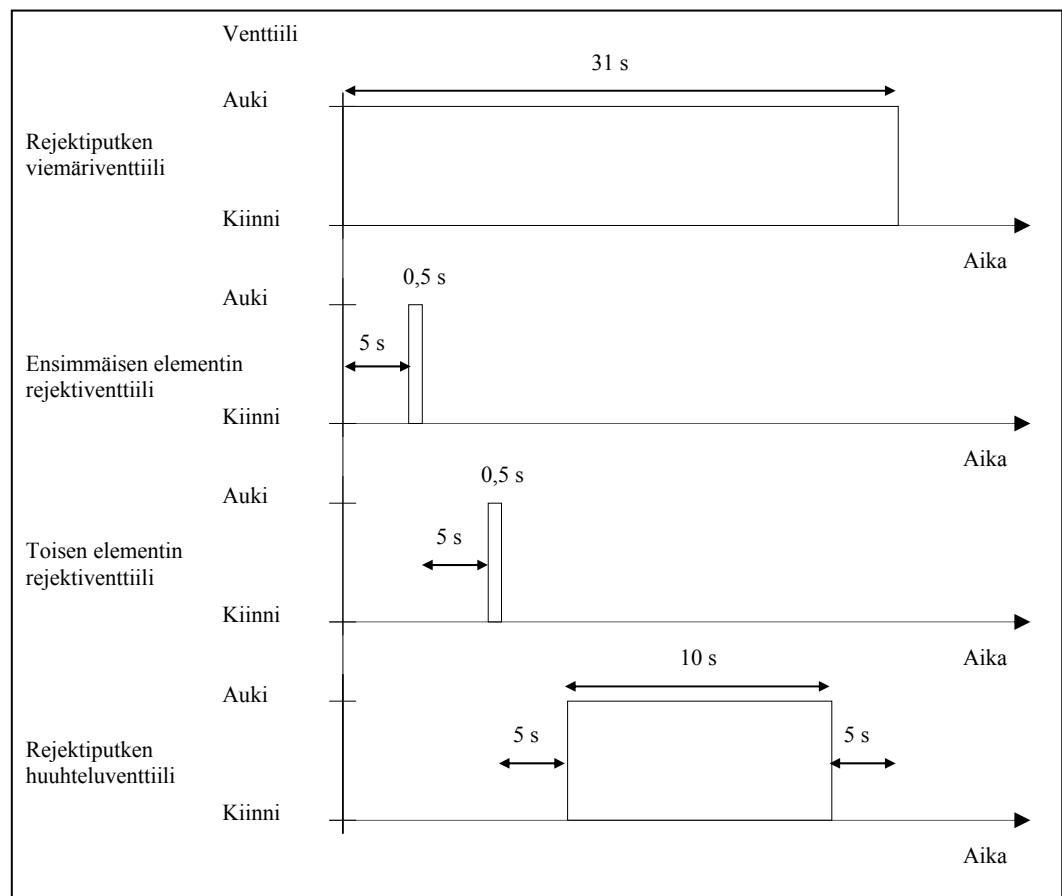
Kuva 4 Suodatinlaitteiston logiikka (Ronningen-Petter)

3.2 Pastasihtien toimintaselostus

Kenttäkotelolta ohjataan puhdistinkiekkojen moottoreita. Moottorit vaihtavat pyörimissuuntaansa, kun ne ovat liikuttaneet puhdistussihdit elementtien ääripäihin. Sihdit kulkevat toisesta ääripäästä toiseen noin 110 sekunnissa. Ääripäissä sihdit odottavat viisi sekuntia ennen kuin vaihtavat suuntaansa.

Rejektioinnin eli epäpuhtauksien poiston rejektikammioista saa aikaan asetettu aika, esimerkiksi kolme tuntia. Rejektioinnin saa aikaan myös syöttö- ja poistojakoputkien välinen paine-ero (0,7 bar), joka kasvaa elementtien likaantuessa. Lyhyistä paine-eron nousuista (alle 5 sekuntia) ei käynnisteta rejektointia, koska ne eivät synny sihdin likaantumisesta, vaan putkiston painevaihtelusta. Putkiston painevaihtelut syntyvät esimerkiksi pumppujen käynnistyksissä. Käsipainikkeella saadaan tehtyä pakotettu rejektointi (ennen muutostyötä), jos halutaan testata, että laitteisto toimii.

Kun ohjelma on saanut rejektioinnin käyntikäskyn joltakin edellä mainitulta laitteelta, niin se aloittaa rejektioinnin (kuva 5). Ensimmäiseksi aukeaa rejektiputken viemäriventtiili ja se pysyy auki koko rejektioinnin ajan. Viiden sekunnin kuluttua aukeaa ensimmäisen elementin rejektiventtiili noin 0,5 sekunniksi, joten ensimmäisen elementin rejektiliete pääsee rejektikammioista rejektiputkeen. Kun ensimmäisen elementin rejektiventtiili on sulkeutunut, tapahtuu viiden sekunnin viive ennen kuin toisen elementin rejektiventtiili avautuu 0,5 sekunniksi. Tämän jälkeen avautuu viiden sekunnin viiveen jälkeen rejektiputken huuhteluventtiili, joka päästää puhdasta vettä rejektiputkeen 10 sekunnin ajan. Vettä käytetään noin 15 litraa. Viiden sekunnin kuluttua huuhteluventtiilin sulkeutumisesta suljetaan myös rejektiputken viemäriventtiili. Sen jälkeen laitteisto jää odottamaan uutta rejektointijaksoa.



Kuva 5 Suodatinelementtien rejektointi /2/

3.3 Laitteiston vaikutus kartongin pinnan laatuun

Pastakerroksen täytyy olla tasainen, eli pastassa ei saa olla epäpuhtauksia.

Laitteisto on siis kartongin pinnan laadun kannalta hyvin tärkeä. Pinnan laatuun vaikuttaa myös kiintoaineen määrä pastassa, jota mitataan viskosimetrillä ($Pa \cdot s$).

Pinnan laatua valvotaan Valmet QXD- ja Valmet IQ -mittapalkeilla, jotka mittaavat päällystemäärää (g / m^2), kosteutta (%) ja neliöpainoa (g / m^2).

4 LAITTEISTON MUUTOKSET

4.1 Kenttäkotelon vaihdos

Laitteiston nykyinen kenttäkotelo poistetaan ja tilalle laitetaan uusi kenttäkotelo.

Uusi kenttäkotelo sijoitetaan samalle paikalle, jossa vanha kenttäkotelo on ollut.

Uuden kenttäkotelon kanteen ei laiteta enää laitteiston käynnistyskytkintä,

puhdistuksen käsikäynnistyspainiketta eikä niiden merkkivaloja, sillä ne jumiutuvat

ja likaantuvat pastasta helposti. Uusi kenttäkotelo kalustetaan modernimmalla

tekniikalla kuin vanha kenttäkotelo, ja ohjaukset kentälle tuodaan moniparisella runkokaapelilla Damaticin I/O-korteilta. Uuden kenttäkotelon 500 V:n jännitesyöttö saadaan vanhan kotelon syötöstä. Paineilmasyöttöön vaihdetaan uusi paineilmasuodatin ja asennetaan rinnalle ohitusputkisto. Ohitusputkisto asennetaan, jotta suodatin voidaan vaihtaa paineettomana ja kenttäkotelo saa silti paineilmaa.

4.1.1 Ohjauslaitteiston muutos

Ennen muutostyötä ohjauslaitteistona on logiikka (Ronningen-Petter), joka korvataan Metson Damatic XD -automaatiojärjestelmällä. Logiikka poistetaan ja kaikki I/O-tiedot saadaan tästä eteenpäin automaatiojärjestelmästä. Kaikki logiikassa olevat sovellukset ja sekvenssit tehdään Damaticin suunnittelutyökaluilla.

4.1.2 Moottoreiden suunnanvaihdon ja suojauksen toteutus

Suodatinelementtien sihtien moottoreiden suunnanvaihdot on toteutettu ennen muutostyötä tavallisilla suunnanvaihtoreleillä. Suunnanvaihtoreleet ovat olleet kenttäkotelossa (sähkökeskuksen syöttökaapissa niille ei olisi ollut edes tilaa). Suunnanvaihdot toteutetaan muutostyön jälkeen taajuusmuuttajilla (asennetaan uuteen kenttäkoteloon), joilla suunnanvaihdot ovat helposti toteutettavissa. Suunnanvaihdot ohjataan Damaticin BOU8 -kortilta käyttäen apuna 24 V apureleitä. Taajuusmuuttajia ei käytetä tässä laitteistossa moottoreiden pyörimisnopeuksien säätöihin. Moottoreiden suunnanvaihtoihin käytettävien taajuusmuuttajien merkitys sen sijaan on moottoreiden suojausten kannalta tärkeä. Taajuusmuuttajat sisältävät lämpörele ominaisuudet, eli erillisiä lämpöreleitä moottoreille ei tarvita. Näin ollen taajuusmuuttajilla saadaan vähennettyä johdotusta ja komponenttien määrää. Taajuusmuuttajan vikahistoriasta voidaan päätellä moottorin käyntihäiriön mahdollisia syitä. Jos esimerkiksi vikahistoriassa lukee ”moottorin ylivirta”, voidaan päätellä, että moottori on pysähtynyt ylikuormituksen tai oikosulun takia.

4.1.3 Paine-eromittauksen muutos

Paine-eromittari ja sen yhteet puretaan laitteistosta, ja ne korvataan kahdella erillisellä painemittarilla. Erilliset painemittarit (anturi + lähetin) ovat olleet

käytössä laitteiston oman paine-eromittauksen rinnalla ennenkin. Niiden avulla on saatu pastasihtien paine-erotieto prosessinhoitajille. Toinen painemittari on sijoitettu syöttöjakoputkeen ja toinen mittari on sijoitettu poistojakoputkeen. Painemittareilta viedään standardi virtaviesti (4-20 mA) automaatiojärjestelmälle, jossa lasketaan saaduilla putkiston painearvoilla paine-erotieto, eli syöttöjakoputken painearvosta vähennetään poistojakoputken painearvo.

4.1.4 Magneettiventtiilien sijoitus

ON/OFF-venttiilien ohjauksiin tarvittavat magneettiventtiilit on ennen muutostyötä asennettu ohjauskotelon ulkopuolella (kuva 1). Magneettiventtiilien tilalle vaihdetaan uudet 5/2 -magneettiventtiilit, jotka asennetaan uuden kenttäkotelon sisään. Kenttäkotelon sisällä magneettiventtiilit ovat suojassa epäpuhtauksilta. Magneettiventtiilit kiinnitetään paineilmatukkiin, jonka teline kiinnitetään kenttäkotelon asennuslevyyn.

4.2 ON/OFF-venttiilien vaihdot

Kaikkien venttiilien tilalle vaihdetaan uudet venttiilit, koska vanhoissa venttiileissä ei ole rajatietoa lukuun ottamatta viemäriventtiiliä /2/. Rajatiedoilla varmistetaan, että venttiilit avautuvat ja sulkeutuvat kokonaan. Näin ollen prosessinhoitajat voivat olla varmoja siitä, että venttiilit toimivat kunnolla. Ennen muutostyötä rejektiputken huuhteluventtiili ja kaksi rejektiventtiiliä ovat olleet palloventtiileitä, ja rejektiputken viemäriventtiili on ollut läppäventtiili. Läppäventtiilin läppään voi jäädä epäpuhtauksia. Siksi kaikki uudet venttiilit ovat palloventtiileitä, joissa ei ole tätä ongelmaa.

4.3 Moottoreiden kytkentöjen muutokset

Suodatinelementtien moottorit pysyvät muuten ennallaan, mutta niiden kytkentöjä joudutaan hieman muuttamaan. Moottorien kytkentäkotelosta (haaroitusrasioista) joudutaan ottamaan jänniteiskusuojaukset pois, koska moottoreille taajuusmuuttajilta syötetty jännite ei ole täysin sinimuotoista. Jos jänniteiskusuojauksia ei poisteta, taajuusmuuttaja menee vikatilaan. Tämän vuoksi suodatinelementtien moottorien vaihdoissa (tulevaisuudessa) täytyy muistaa poistaa jänniteiskusuojaus kytkentäkotelosta.

5 OSALUETTELON LAATIMINEN

Tässä luvussa on esitelty projektissa tarvittavia oleellisia tarvikkeita ja niiden valintakriteereitä. Kaikki projektin tarvikkeet on esitelty luvussa 6, taulukossa 1.

Venttiilit

Projektissa tarvittavien osien kartoitukseen tarvitaan myös kenttätyöskentelyä, varsinkin venttiileitä valittaessa. Muutostyötä ennen käytössä olevista rejektiventtiileistä mitataan putkiston laippojen väliin jäävä pituus ja prosessiputken halkaisija. Uusissa rejektiventtiileissä laippojen väliin jäävä pituus on hieman lyhyempi kuin vanhoissa, joten prosessiputkistoa joudutaan hieman pidentämään. Prosessiputkistoon hitsataan uusien venttiileiden mukana tulleet yhteen, joissa on pieni pätkä prosessiputkea mukana.

Rejektiputken viemäriventtiilistä mitataan samat mitat kuin rejektiventtiileistä. Läppäventtiilin tilalle vaihdetaan palloventtiili. Palloventtiilin laippojen väliin jäävä pituus on suurempi kuin läppäventtiilillä, joten prosessiputkistoa joudutaan hieman lyhentämään. Putkistoon hitsataan uuden venttiilin mukana tulleet yhteen, samoin kuin edellä.

Rejektiputken huuhteluventtiilin tilalle valitaan venttiili, jossa prosessiputken yhteeseen kiinnitys tapahtuu kierteellä. Venttiilin valinnassa tarvitaan prosessiputken yhteen halkaisija. Muiden fyysisten mittojen ei tarvitse olla tarkkoja, koska huuhteluventtiiliin kiinnitettävä vesiletku (vesisyyttö) on valmistettu kumista.

Kenttäkotelo

Kenttäkotelon valmistusmateriaaliksi valitaan ruostumaton teräs, koska tilassa, jonne kotelo asennetaan, on korkea kosteuspitoisuus. Kotelon koko valitaan kotelon sisään tulevien laitteiden ja tarvikkeiden tilantarpeen mukaan. Uusi kotelo asennetaan samalle paikalle, jossa vanha kotelokin on ollut.

Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajien valintaan vaikuttaa moottorien teho ja nimellisjännite. Moottorien teho on 0,18 kW ja nimellisjännite on 575 V. Tehtaalla oleva jännite on kuitenkin 500 V. Kaikilta taajuusmuuttajien valmistajilta ei löydy sopivia taajuusmuuttajia. Suurimpana vaikuttajana on 500 V:n syöttöjännite näin pienille moottoreille. Vaccon Oy:ltä löytyi sopiva taajuusmuuttaja pyörittämään moottoreita.

Magneettiventtiilit

Magneettiventtiileiksi valitaan Numaticsin 5/2 -magneettiventtiilit (toimittaja on Sitek-Palvelu Oy). Venttiilien valinta tapahtuu helposti, koska tehtaalla on havaittu kyseiset venttiilit kestäviksi, ja niitä on siellä käytössä paljon. Magneettiventtiilien paineilmatukiksi valitaan 6-lähtöinen monitoimitukki, josta saadaan neljälle magneettiventtiilille paineilmasyöttö. Varalle jätetään vielä kaksi paineilmalähtöä, joista tarvittaessa saa paineilman mille laitteelle tahansa.

Paineilmatarvikkeet

Paineilmatukille menevä ilma suodatetaan paineilmasuodattimella. Paineilmasuodattimeksi valitaan SMC pneumatiikka Oy:n toimittama suodatin, joka on havaittu hyväksi. Suodatinosan likaannuttua se täytyy vaihtaa uuteen. Paineilmasuodattimen syöttö- ja poistopuolelle tarvitaan käsiventtiilit, jotta paineilmasuodattimen suodatinosa voidaan vaihtaa uuteen paineettomana. Suodatinta vaihdettaessa ilma ohjataan kulkemaan ohitusputken kautta kenttäkotelolle. Myös suodattimen rinnalle tulevaan putkeen tarvitaan käsiventtiili, jolla saadaan suljettua paineilman virtaus ohitusputken kautta normaalissa ajotilanteessa. Sopivan pienikokoiset käsiventtiilit tilattiin Dunlop Hiflex Oy:ltä.

Kytkin/voimapistorasiayhdistelmä

Pastasihtien moottoreiden sähkösyöttöön asennetaan kytkin/voimapistorasiayhdistelmä. Jos sihdin moottori menee rikki, mekaaninen osasto voi itsenäisesti vaihtaa moottorin. Pistorasiasta täytyy kääntää kytkin OFF-asentoon ennen kuin pistokkeen saa irrotettua pistorasiasta. Tällä estetään

jännitteellinen pistokkeen poistaminen ja kytkeminen. Nämä tarvikkeet tilattiin SKS-automaatio Oy:ltä.

Induktiivinen lähestymiskytkin

Pastasihtien ylärajojen tunnistamiseen käytetään induktiivisia lähestymiskytkimiä. Laitteistossa on ollut tähän asti NPN-tyyppiset lähestymiskytkimet, koska käytössä on ollut negatiivinen logiikka. Lähestymiskytkimet vaihdetaan PNP-tyyppisiksi, koska Damaticille halutaan viedä positiivinen tilatieto. Lähestymiskytkimet tilattiin Ifm electronic Oy:ltä.

Runkokaapeli

Automaatiojärjestelmän ristikytkentätilan ja kenttäkotelon välille vedetään runkokaapeli. Runkokaapeli mitoitetaan siten, että kaikki I/O-tiedot saadaan vietyä kentälle. Runkokaapeliksi riittää 24-parinen Jamak (Jamak $24 \cdot (2+1) \cdot 0,5$).

I/O-kortit

Automaatiojärjestelmän I/O-kortit ovat BIU8-2 -kortti (binääri sisään tulokortti) ja BOU8 -kortti (binääri ulostulokortti). Kortit asennetaan kartonkikone kahden ristikytkentätilaan eli samaan tilaan, jonne runkokaapelikin vedetään. Kortit tilattiin Metso Automation Oy:ltä.

Kaapelikouru

Kenttäkoteloon tarvitaan kaapelikourua, jota pitkin kaapelit viedään riviliittimille. Kenttäkoteloon asennetaan 50 mm ja 100 mm leveitä kouruja. Samassa kaapelikourussa ei viedä Jamak-ohjauskaapeleita eikä MMJ-syöttökaapeleita, jos kaapelin vaippa on poistettu. Niille on asennettava omat kaapelikourunsa.

6 PROJEKTIN KUSTANNUSARVIO

Projektista tehtiin kustannusarvio, joka on tärkeä osa projektia. Kappaleessa viisi esitettiin projektissa tarvittavat oleelliset tarvikkeet ja niiden valintakriteerit. Kustannusarviossa (taulukko 1) esitetään projektiin tarvittavat laitteet ja niiden toimittaja, tyypit, määrät ja yksikköhinnat. Samaa taulukkoon on arvioitu myös töistä aiheutuvat kustannukset, ja lopuksi projektin kokonaiskustannukset.

Taulukko 1 Kustannusarvio

LAITE/TARVIKE	Toimittaja	Tyyppi	Määrä	a`hinta €	Yhteensä €
rejektiputken huuhtelu-venttiili (60-HS-26302)	Onninen Oy	DN25 2707 K+RC210-DA+E4LQ2-IS5026	1 kpl	172,00	172,00
rejektiventtiili (60-HS-26300 ja 60-HS-26301)	Onninen Oy	DN50 2707 PH+RC230-DA+E4LQ2-IS5026	2 kpl	286,00	572,00
rejektiputken viemäri-venttiili (60-HS-26303)	Onninen Oy	DN80 2707 PH+RC230-DA+E4LQ2-IS5026	1 kpl	1305,00	1305,00
kenttäkotelo (1KK253)	Rittal Oy	AE 1016.600	1 kpl	633,10	633,10
taajuusmuuttaja	Vacon Oyj	NXL00025C1N0SS00	2 kpl	171,40	342,80
taajuusmuuttajan lisäkortti	Vacon Oyj	OPT-AA	2 kpl	23,00	46,00
magneettiventtiili (kaikkiin ON/OFF-venttiileihin)	Sitek-Palvelu Oy	L22BA452BG17G61	4 kpl	96,65	386,60
valotiviste	Sitek-Palvelu Oy	LD-SAH-BGG24 24VDC/VAC	4 kpl	5,85	23,40
pistokeliitin	Sitek-Palvelu Oy	MPM-122-09-N	4 kpl	1,90	7,60
paineilmasuodatin	SMC pneumatiikka Oy	AF40-F04	1 kpl	16,20	16,20
1/2" paineilmakäsi-venttiili	Dunlop Hiflex Oy	31-KMS-08	3 kpl	3,50	10,50
induktiivinen lähestymiskytkin (60-GS-26304 ja 60-GS-26305)	Ifm electronic Oy	IGK2005-FRKG/M/US IG5595 (PNP)	2 kpl	56,90	113,80
lähestymiskytkimen johto	Ifm elektronik Oy	E10700	2 kpl	12,60	25,20
monitoimitus	Sitek-Palvelu Oy	SMTR6N-1/4-65	1 kpl	82,80	82,80
apurele	Tekno-Tikka Oy	Omron G2R-1-SN(S)	4 kpl	9,90	39,60
relekanta	Tekno-Tikka Oy	P2RF-05-E	4 kpl	5,20	20,80
runkokaapeli	Onninen Oy	Jamak 24*(2+1)*0,5	65 m	4,14	269,10
huoltokytin	Tekno-Tikka Oy	KG10B T203/01E	1 kpl	33,00	33,00
tulokortti	Metso Automation Oy	BIU8-2	2 kpl	297,60	595,20
lähtökortti	Metso Automation Oy	BOU8	1 kpl	266,00	266,00
riviliitin*		WDU 4	82 kpl		
turvakytkin	Onninen Oy	OTP 16T3P	2 kpl	28,20	56,40
kytkin/voimapistoras- yhdistelmä	SKS-automaatio Oy	MENNEKES 16A 5601A	2 kpl	141,00	282,00
pistotulppa	Onninen Oy	typ: 216, 500 V, 16 A	2 kpl	7,60	15,20
muut tarvikkeet					n.300
LAITE- JA TARVIKEKUS- TANNUKSET					n. 5600
TYÖ					
esivalmistelut (n. 80 h)					n. 2000
projektityöt (n. 70 h)					n. 2000
TYÖKUSTANNUKSET					n. 4000
KOKONAIS- KUSTANNUKSET					n. 9600

Taulukon *:llä merkityssä kohdassa käytetään aiemmasta projektista purettuja osia, joista ei synny kustannuksia. Muita tarvikkeita ovat esimerkiksi lyhyet johdonvedot, kaapelikourut, asennustarvikkeet yms. tarvikkeet. Automaatio- ja sähköasennukset teetetään omalla henkilöstöllä. Putkistomuutoksiin käytetään ulkopuolista työvoimaa. Ulkopuoliselle työlle on laskettu hieman korkeampi tuntihinta kuin omalle työlle. Projektin kustannusarvioksi saatiin noin 9600 €.

7 KENTTÄKOTELON SUUNNITTELU

Kenttäkotelo-layoutin suunnitteluun ja piirtoon käytetään Metso Automationin suunnittelutyökalua FieldCAD (Field Drawing Computer Aided Design).

Suunnittelutyökaluja käytetään automaatiojärjestelmän DES (Damatic Engineering System) -ympäristössä. DES:iin kuuluu suunnittelutyöasema EWS (Engineering Work Station) ja verkkotyöasema NWS (Net Work Station). /4/

Suunnittelutyöasema sijaitsee Takolla automaatiotilassa AT300 (liite 1).

FieldCAD:llä piirrettyyn layout-piirustukseen (liite 2) sijoitetaan mittakaavassa kaikki kenttäkotelon sisään tulevat osat, jotka on lueteltu piirustuksen alaosassa. Näin saadaan selville tarvikkeiden tilantarve, jonka mukaan valitaan riittävän iso kenttäkotelo.

8 PIIRIKAAVIoidEN SUUNNITTELU

8.1 I/O-kortit

Kortit sijoitetaan kartonkikone kahden sähkökeskukseen (ST 304), jossa sijaitsee automaatiojärjestelmän I/O-kaappeja. Kortit asetetaan AP04-asemalle (prosessiasema PCS) ja sen I/O-liityntäkehikkoon 0 ja 3 (PIC 0 ja PIC 3). PIC 0:aan kytketään venttiilit, ylärajatiedot ja paine-erotieto, kun taas PIC 3:een kytketään moottoriin liittyvät I/O-tiedot. Osa korteista on jo paikoillaan. Korttien alle asetetaan I/O-kaappiliuskat, joilla osoitetaan jokaisen kanavan laitepositiota (mille laitteelle menee tai tulee tietoa). I/O-kaappiliuskat (liite 3/2(2)) piirretään HwCAD:llä (System Hardware Computer Aided Design) /4/. Liitteessä 3/1(2) on myös I/O-kaappipiirustus.

Projektissa tarvittavat automaatiojärjestelmän I/O-kortit ovat:

- BIU8-2 -kortti
- BOU8 -kortti
- AIU8 -kortti.

Kaikkiaan projektiin käytetään 24 uutta I/O-kanavaa. Seuraavaksi on esitelty, miten näiden korttien kanavia on käytetty tässä projektissa.

ON/OFF-venttiilit

Yksi ON/OFF-venttiili tarvitsee kolme I/O-kanavaa, yhden lähtökanavan ja kaksi tulokanavaa. Tulokanaviin tuodaan venttiilin tilatiedot (auki/kiinni-rajatiedot) ja lähtökanava ohjaa venttiiliä. Selkeyden vuoksi käytetään kolmea rinnakkain olevaa I/O-korttia, jotka laitetaan korttipaikkoihin 11, 12 ja 13. Tällöin voidaan kunkin kortin yksi kanava käyttää yhtä venttiiliä kohti. Esimerkiksi ohjaukseen käytetään kortin 11 (BOU8 -kortti) kanavaa 0, kiinnirajatieta viedään kortin 12 (BIU8-2 -kortti) kanavaan 0 ja aukirajatieta viedään kortin 13 (BIU8-2 -kortti) kanavaan 0.

BOU8 -kortilta ohjataan magneettiventtiileitä. Kun magneettiventtiileille ohjataan 24 V:n jännite, niin ne ohjaavat paineilman ON/OFF-venttiilin auki-liittimeen. Kun taas jännitettä ei ohjata, niin jousi työntää magneettiventtiilin karan sellaiseen asentoon, että paineilma menee kiinni-liittimeen.

Projektissa tarvittavat neljä ON/OFF-venttiiliä tarvitsevat yhteensä 12 I/O-kanavaa.

Ylärajatiedot

Sihdin ylärajatieta tarvitsee yhden kanavan BIU8-2 -kortilta. Ylärajatieta ilmaisee, milloin puhdistuskiekkokko on sihdin yläpäässä. Nyt ei käytetä korttien 12 tai 13 kanavia, jotta venttiiliryhmä (kortit 11,12 ja13) säilyy koskemattomana. Siksi ylärajatietoihin käytetään korttipaikassa 19 olevaa BIU8-4 -korttia, jossa on vapaita kanavia. BIU8-4 -kortti on vastaava kuin BIU8-2 -kortti, mutta BIU8-4 -kortti on vanhempaa versiota.

Projektissa tarvittavat kaksi ylärajatieta tarvitsevat yhteensä siis 2 I/O-kanavaa.

Moottoreiden ohjaukset

Yksi moottorin ohjaus tarvitsee viisi I/O-kanavaa: kaksi lähtökanavaa (BOU8 -korteilta) ja kolme tulokanavaa (BIU8-4 -korteilta). Tulokanaviin tuodaan moottorin käyntitieto, invertterin (taajuusmuuttajan) häiriötieto ja turvakytkimen tilatieto. Lähtökanavilla ohjataan moottorin käyntisuunta eteen ja käyntisuunta taakse. Selkeyden vuoksi käytetään viittä rinnakkain olevaa I/O-korttia, jotka ovat

korttipaikoissa 15, 16, 17, 18 ja 19 (kortti on ollut käytössä jo aiemmin). Tällöin voidaan kunkin kortin yksi kanava käyttää yhtä moottoria kohti.

Projektissa tarvittavat kaksi moottoriohjausta tarvitsevat yhteensä 10 I/O-kanavaa.

Paine-ero

Syöttö- ja poistojakoputken paineet ovat analogisia tuloja, eli tulokanavia (AIU8 - kortilta) tarvitaan kaksi. Korttipaikaksi on valittu kuusi (kortti on ollut käytössä jo aiemmin).

8.2 Piirikaavioiden piirto

Kenttälaitteet

Damatic XD -järjestelmän kenttälaitteiden piirikaavioiden suunnittelutyökaluna on LcCAD (Loop Circuit diagram Computer Aided Design), jolla piirretään kytkentäpiirustukset I/O-korteilta kenttälaitteille /4/. Liitteissä 4, 5, 6, 7, 8 ja 9 esitetään positiokohtaiset piirikaaviot kaikista kenttälaitteista.

Moottorit

Moottoripiirikaavioiden suunnittelutyökaluna on MtrCAD (Motor Circuit and Wiring Diagram Computer Aided Design), jolla piirretään moottorilähtöjen ohjauspiirikaaviot /4/. Liitteessä 10 esitetään moottoreiden piirikaavio.

Ensimmäiselle sivulle on piirretty molempien moottoreiden päävirtatiet ja taajuusmuuttajien ohjaukseen tarvittavat kytkennät. Toiselle ja kolmannelle sivulle on tehty moottorikohtaiset ohjauspiirustukset.

9 SOVELLUSUUNNITTELU

Ohjelmien eli toimintokaavioiden suunnittelutyökaluna on FbCAD (Functional Block Computer Aided Design). Ohjelmalla määritellään, mitä I/O-tietoja ja miten niitä käsitellään. Ohjelmalla suunnitellaan, miten järjestelmä hoitaa erilaiset säädöt ja ohjaukset. Sillä myös suunnitellaan, mitä tietoja valvomon positio-, operointinäyttö-, historia- ja tapahtumamoduuleissa näytetään. /4/

Suunnittelussa on käytetty KK3:n sivelyasema 3:n sovelluksia pohjina.

9.1 Venttiilit

ON/OFF-venttiilin ohjaamiseen käytetään mgv2-toimilohkoa. Se on suorasaantiportti (piirustuksissa toimilohko, jossa ylhäällä pienempi laatikko), jolla ohjataan venttiiliä auki ja kiinni. Kun venttiili ohjataan auki, niin venttiilin aukeamisesta saadaan rajatieto toimilohkon jäseneseen *son*. Kun taas venttiili ohjataan kiinni, niin rajatieto saadaan jäseneseen *soff*. Kaikkien venttiileiden positiokohtaiset toimintakaaviot löytyvät liitteistä 11, 12, 13 ja 14.

9.2 Ylärajatiedot

Ylärajatiedon ilmaisemiseen käytetään mtr2-toimilohkoa. Rajatieto viedään toimilohkon jäseneseen *m*. Jos rajakytkimessä ilmenee vikaa, eli sen koskettimet eivät sulkeudu tai avaudu halutussa ajassa, niin toimilohkon avulla saadaan ilmaistua rajakytkinvika. Molempien ylärajatietojen positiokohtaiset toimintakaaviot löytyvät liitteistä 15 ja 16.

9.3 Moottorit

Moottorin ohjaamiseen käytetään mtr2-toimilohkoa. Moottoria ohjataan käyntiin jäsenestä *a*, joka asettaa taas jäsenen *on* aktiiviseksi. Pyörimissuunnan valinta taas ohjataan sekvenssistä. Moottorin käyntitiedot saadaan toimilohkon *ins* jäseneseen. Toimilohkon jäseneseen *e1* tuodaan häiriötieto taajuusmuuttajalta ja jäseneseen *e2* turvakytkimen tilatieto. Jäseniin *e1* ja *e2* tuodut aktiiviset tilatiedot kertovat prosessin käyttäjälle tapahtuneesta toiminnosta. Molempien moottoreiden positiokohtaiset toimintakaaviot löytyvät liitteistä 17 ja 18.

9.4 Paine-ero

Paine-ero sihtien yli saadaan laskettua tulopaineen ja lähtöpaineen erotuksena. Erotus tehdään calc-toimilohkolla ja saatu arvo viedään am2-toimilohkon jäseneseen *av*. Toimilohkon avulla voidaan tehdä tarvittavat paine-eron hälytysrajavertailut ja asettaa niitä vastaavat hälytykset. Alarajahälytykset maskataan pois, kun toimilohkon jäsen *lamask* menee aktiiviseksi. *lamask* menee aktiiviseksi, kun pastapumppu 66 ei käy. Kun pastapumppu ei käy, niin paine-eroa ei synny ja virheellinen alarajahälytys maskataan pois. Paine-eron toimintakaavio löytyy liitteestä 19.

9.5 Sekvenssin ohjaus

Sekvenssin ohjaukset tehdään pääsääntöisesti ulkoisen ehdollisen lähdön avulla. Esimerkiksi, kun pastapumppu 66 käynnistetään, niin käynnistetään myös sihtien puhdistussekvenssit. Pumpun 66 käyntitieto kopioidaan ulkoisiin ehdollisiin lähtöihin sq:60-PA3SIH1.F:seqadmin:a ja sq:60-PA3SIH2.F:seqadmin:a (Liite 20). Liitteissä 21 ja 22 on myös esitetty sekvenssin ohjauksiin liittyvät sovellukset.

10 SEKVENSSIEN SUUNNITTELU

Prosessin tarvitsemat sekvenssit suunnitellaan SeqCAD:llä (Sequence CAD) /4/. Sekvenssillä ohjataan prosessia tietyssä järjestyksessä. Suunnittelussa on käytetty KK3:n sivelyasema 3:n sovelluksia pohjina.

10.1 Puhdistuskiekkojen ohjaus

Sekvenssi koostuu tiloista, siirrosehdoista ja toiminnoista. Sekvenssi odottaa, että tilat (tilatiedot) toteutuvat. Tilat tuodaan ulkoisella jatkuvalla tulolla. Jos tilat toteutuvat siirrosehdon (hälytysajan atime) kuluessa, niin sekvenssi tekee seuraavan toiminnon siirrosehdon (odotusajan wtime) toteuduttua. Toiminnot tehdään yleensä ulkoiseen ehdolliseen lähtöön. Jos tilat jostain syystä eivät toteudu hälytysajan kuluessa, niin sekvenssi hyppää häiriölohkoon ja tekee siellä tarvittavat toiminnot.

Esimerkki: Sekvenssi on kohdassa kiekko ylös. Odotetaan, kunnes saadaan moottorin käyntitieto ja sihdin ylärajatieto aktiivisiksi. Jos molemmat tiedot toteutuvat hälytysajan (120 sekuntia) aikana, niin odotusajan (0 sekuntia) jälkeen tehdään seuraava toiminto, eli pysäytetään sihdin moottori. Jos toinen ehdoista (sihdin moottori käy tai sihdin yläraja) ei jostain syystä toteudu hälytysajan kuluessa, niin sekvenssi hyppää häiriölohkoon ja pakko-ohjaa moottorin pysähtymään. Sekvenssi ohjaa silloin myös rajakytkinvian. Molempien puhdistuskiekkojen positiokohtaiset sekvenssikaaviot löytyvät liitteistä 23 ja 24.

10.2 Sihtien rejektointi ja tyhjennys

Sihtien rejektoinnin ja tyhjennyksen sekvenssi toimii samalla periaatteella kuin edellä esitelty puhdistuskiekkojenkin sekvenssi. Alla esimerkki sihtien rejektoinnin sekvenssistä.

Esimerkki: Sekvenssi on kohdassa säil.vent.auki. Odotetaan, kunnes saadaan venttiilin aukitieto aktiiviseksi. Suorasaantiportin *son*-jäsenen tuodaan venttiilin auki-tieto. Jos tilatieto toteutuu toivotulla tavalla hälytysajan (20 sekuntia) aikana, niin odotusajan (5 sekuntia) jälkeen tehdään seuraava toiminto, eli ohjataan 1 sihdin rejektiventtiilin suorasaantiportin *a*-jäsenen 1, joka ohjaa venttiilin auki. Jos ehto viemäriventtiili auki ei jostain syystä toteudu hälytysajan kuluessa, niin sekvenssi hyppää häiriölohkoon ja ohjaa kiinni viemäri-, huuhteluvesi-, sihdin 1 rejektiventtiilin ja sihdin 2 rejektiventtiilin (ohjataan suorasaantiporttien *a*-pisteisiin 0). Sihtien rejektoinnin sekvenssi löytyy liitteestä 25 ja sihtien tyhjennyksen sekvenssi löytyy liitteestä 26.

11 KAAVIONÄYTÖN SUUNNITTELU

Kaavionäyttöjen suunnittelutyökaluna on GdCAD (Graphic Display Computer Aided Design) /4/. Ohjelmalla suunnitellaan näytöt, jotka prosessinhoitajat näkevät, ja joita he pääsevät operoimaan. Suunnittelussa on käytetty kartonkikone kahden 1. päällystysyksikön konekierron kaavionäyttöä 6.2 apuna. Kaavionäyttö piirretään kartonkikone kahden 3. päällystysyksikön konekierron 6.4 kuvaan. Kaavionäytöltä voidaan ohjata ja seurata:

- rejektointi käynnissä tai odotustilassa
- sekvenssien toimintakohdat
- rejektoinnin aikaväli ja aika seuraavaan rejektointiin
- molempien sihtien automaatti- ja erillisajovalinnat
- puhdistuskiekkojen ylhäälläolotiedot
- puhdistuskiekkojen kulkusuunnat

- moottorien vikatilanteet
- venttiilien auki/kiinni-rajatiedot
- sihtien yli oleva paine-erotieto.

Kaavionäyttöihin haetaan tarvittavat tiedot FB- ja SQ-sovelluksista. Sinne määritellään, mistä tieto haetaan ja minkä tyyppistä tietoa käsitellään (esimerkiksi binaari- tai analogiatietoa). Kartonkikone kahden 3. päällystysyksikön konekierron kaavionäyttö on liitteessä 27.

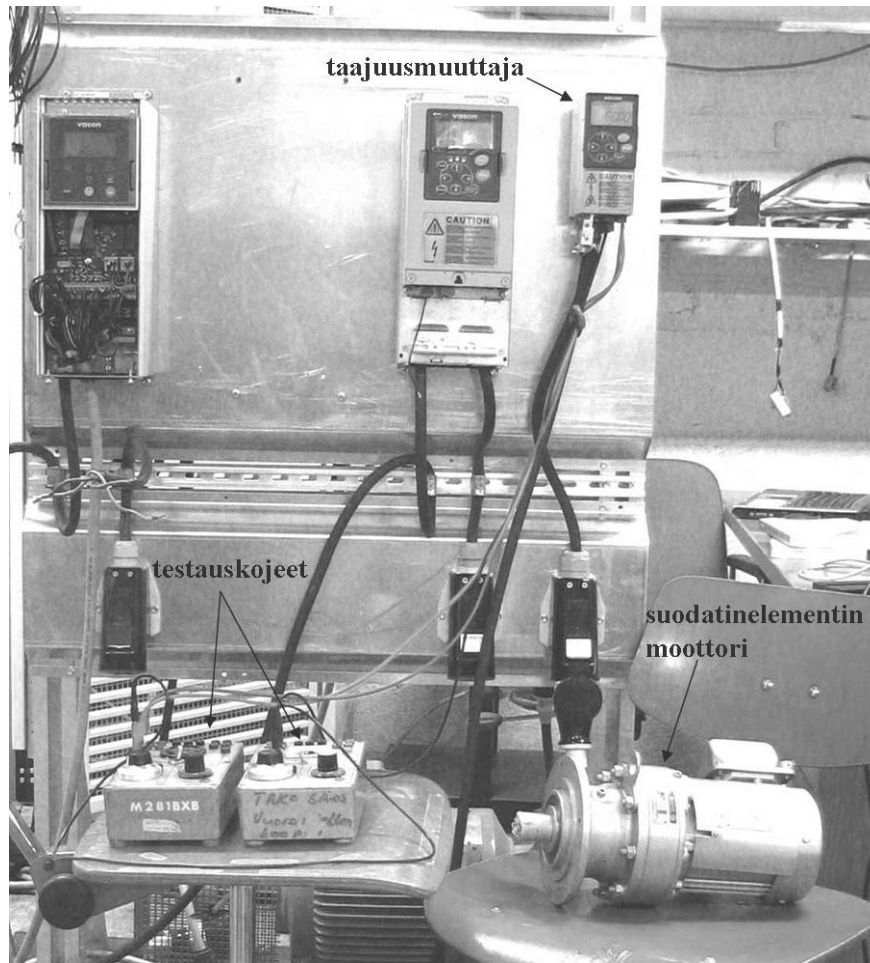
12 KÄYTTÖÖNOTTO JA ASENNUKSET

Ennen varsinaisia laitteiston asennuksia ja käyttöönottoa tehdään kaikki sellaiset työt, jotka vain voidaan enakkoon tehdä, jotta seisokkityöt jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Enakkoon tehtäviä töitä ovat:

- piirikaavioiden tekeminen ja ohjelmien testaus
- taajuusmuuttajien parametroidit ja testaukset
- kenttäkotelon kalustaminen ja kiinnityksen tekeminen
- Jamak-runkokaapelin vetäminen ja kaapelin päiden teko
- ON/OFF-venttiileiden johtojen suojaputkien taivuttaminen
- moottoreiden turvakytkimien kolmivaihepistorasioiden asennus.

12.1 Taajuusmuuttajien testaus

Taajuusmuuttajat koekäytetään Takon automaatio-osaston taajuusmuuttajien testipaikalla (kuva 6). Taajuusmuuttajilla pyöritetään samanlaista moottoria kuin suodatinelementeillä on käytössä. Testauskojeissa olevilla kytkimillä simuloidaan automaatiojärjestelmän ohjaamat suunnanvaihdot. Taajuusmuuttajien parametrit asetetaan moottorin arvojen ja haluttujen ohjauksien mukaan. Taulukossa 2 esitetään tärkeimmät taajuusmuuttajiin syötettävät parametrit ja niiden merkitykset. Liitteessä 28 esitetään kaikki muutetut ja tarkastetut parametrit.



Kuva 6 Taajuusmuuttajien testipaikka

Taulukko 2 Tärkeimmät parametrit /3/

parametri	parametrin arvo	valitun parametrin merkitys tässä tapauksessa
minimitaajuus	50 Hz	Taajuus, jolla moottoria pyöritetään (pyörimisnopeutta ei muuteta).
kiihdytysaika	1,0 s	Aika, joka käytetään taajuuden nostamiseen 0 Hz :stä 50 Hz.:iin
moottorin nimellisjännite	500 V	Moottorin nimellisjännite, moottorin arvokilvestä (todellinen nimellisjännite on 575 V).
moottorin nimellistaajuus	50 Hz	Moottorin nimellistaajuus, moottorin arvokilvestä (todellinen nimellistaajuus on 60 Hz).
moottorin nimellinopeus	1440 r/min	Moottorin nimellinopeus, moottorin arvokilvestä (todellinen nimellinopeus on 1720 r/min).
moottorin nimellisvirta	0,48 A	Moottorin nimellisvirta, moottorin arvokilvestä.
moottorin cosφ	0,72	Moottorin cosφ, moottoriluettelosta (ei moottorin arvokilvestä).
käynnistys-toiminto	0	Moottori käynnistetään 0 Hz:stä asetettuun taajuuteen (50 Hz) kiihdyttämällä, eikä käytetä vauhtikäynnistystä. Vauhtikäynnistystä käytetään kun taajuusmuuttaja käynnistetään pyörivään moottoriin.
pysäytys-toiminto	0	Moottori pysähtyy vapaasti pyörien, kun taajuusmuuttaja saa pysäytyskäsken. Tällöin taajuusmuuttajan hidastuvuusaika ei ole käytössä. Hidastuvuutta ei käytetä, koska moottori pysähtyy nopeasti vaihteiston ansiosta.
U/f-suhteen optimointi	0	Automaattinen momentin maksimointi ei ole käytössä. Käynnistyksissä moottorille ei haeta automaattisesti lisää momenttia nostamalla moottorin jännitettä. Ominaisuus sopii paremmin sellaisiin moottorikäynnistysiin, joissa käynnistyksessä tarvitaan paljon voimaa.
DIN2, toiminta	1	Binääriohjaus, jolla ohjataan moottori pyörimään taaksepäin.
automaattinen uudelleen-käynnistys	1	Automaattinen uudelleen-käynnistys. Taajuusmuuttaja yrittää käynnistää moottoria kolme kertaa vian ilmaannuttua. Jos moottori ei käynnisty kolmannellakaan käynnistyskerralla, niin taajuusmuuttaja menee vikatilaan. Sen jälkeen

		taajuusmuuttajasta täytyy kuitata vika ennen kuin se voi yrittää käynnistyä uudelleen. Tämä toiminto auttaa automaatio-osastoa, jos taajuusmuuttaja menee vikatilaan vain jonkin pienen häiriön takia. Näin säästetään automaatio-osaston aikaa.
U/f-suhteen valinta	0	Moottorijännite suurenee taajuuden funktiona lineaarisesti kentänheikennyspisteeseen asti. Kentänheikennyspisteessä jännite on moottorin nimellisjännite ja taajuus on moottorin nimellistaajuus. Lineaarista asetusta käytetään, kun kuormana ei ole esimerkiksi puhallinta, jonka tarvitsema teho kasvaa neliöllisenä taajuuden funktiona.
relelähtö 1, toiminta	2	Taajuusmuuttaja pyörittää moottoria, jolloin koskettimet menevät kiinni ja taajuusmuuttajasta saadaan binäärinen käytieto.
relelähtö 1 (laajennuskortti), toiminta	3	Taajuusmuuttajaan on tullut sisäinen vika, jolloin koskettimet aukeavat ja taajuusmuuttajasta saadaan binäärinen vikatieta.

12.2 Ajankohta

Laitteisto asennetaan ja otetaan käyttöön keväällä tai kesällä 2006. Käyttöönotto ja asennukset tapahtuvat pitkässä seisokissa (ainakin kaksi päivää), jossa tehdään myös muita seisokkitöitä.

12.3 Seisokissa tarvittava miehitys

Uusien venttiilien asentamiseen/putkiston tekemiseen tarvitaan kaksi putkiasentajaa. Automaatio- ja sähköasennuksiin tarvitaan myös kaksi asentajaa kumpaankin, jotta asennukset saadaan tehtyä joutuisasti.

13 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena syntyi toteutuskelpoinen projekti, kuten alun perin oli tarkoituskin. Työ toteutetaan kartonkikone kahden kolmossivelyaseman pastasihdeille. Työtä voidaan käyttää hyödyksi myös kartonkikone yhden pastasihtien automatisoinnissa.

Tässä työssä on esitetty laitteiston toiminnan kuvaus, laitteiston muutokset, osaluettelon laatiminen, kustannusarvio sekä kenttäkotelon, piirikaavioiden, sovellusten, sekvenssien, kaavionäyttöjen ja käyttöönoton suunnittelu.

Aiemmin käyttäjät eivät saaneet riittävästi tietoa laitteiston toiminnasta, mutta muutoksen jälkeen toimintaa voidaan seurata ja operoida valvomon näytöiltä. Projektiin liittyy 24 uutta I/O-tietoa, jotka kytketään automaatiojärjestelmään.

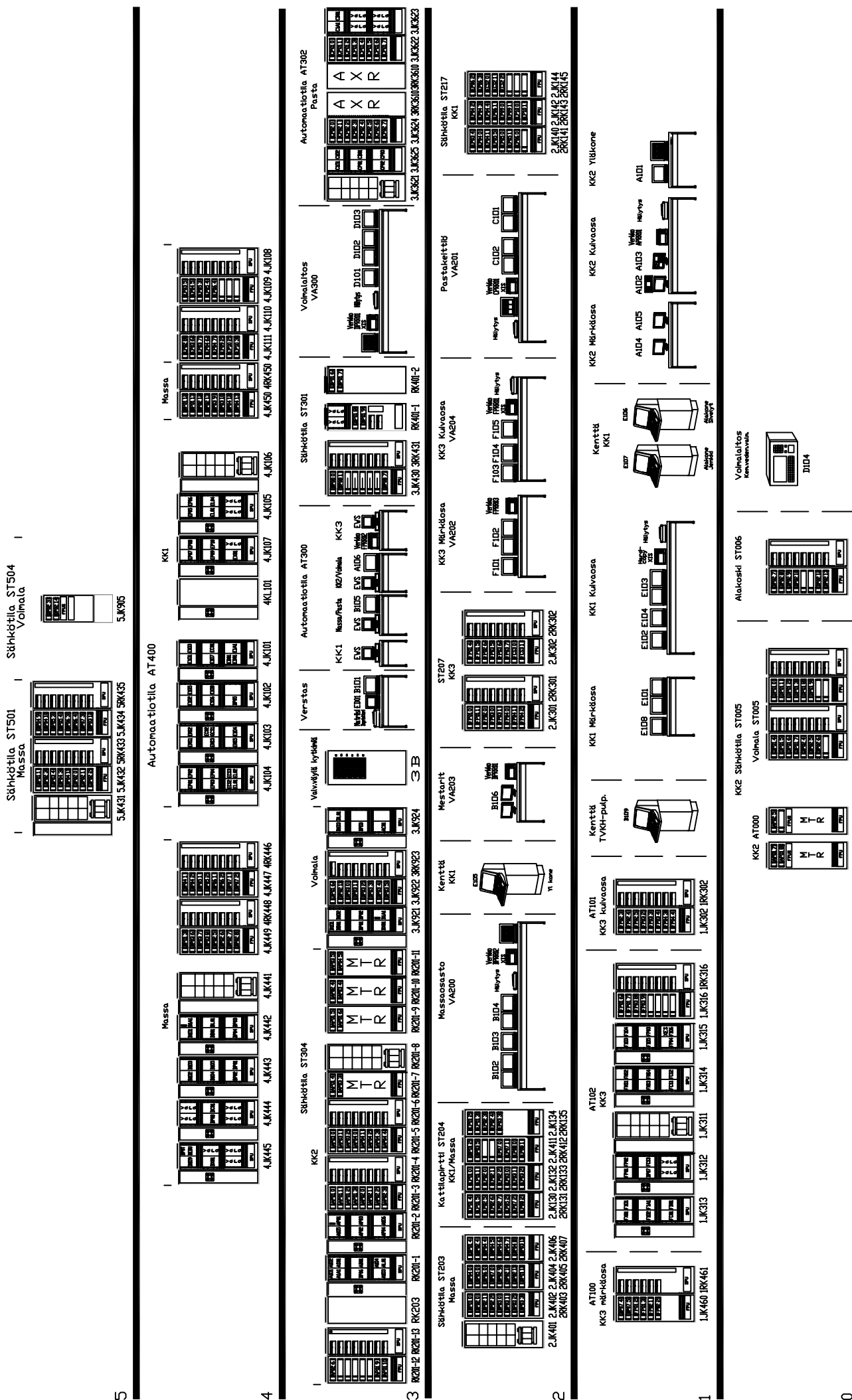
Työn aikana olen oppinut tuntemaan erityisesti kartongin päällystysprosessia ja siihen liittyviä laitteita. Työ on myös antanut paljon kokemusta projektin suunnittelusta ja etenemisestä.

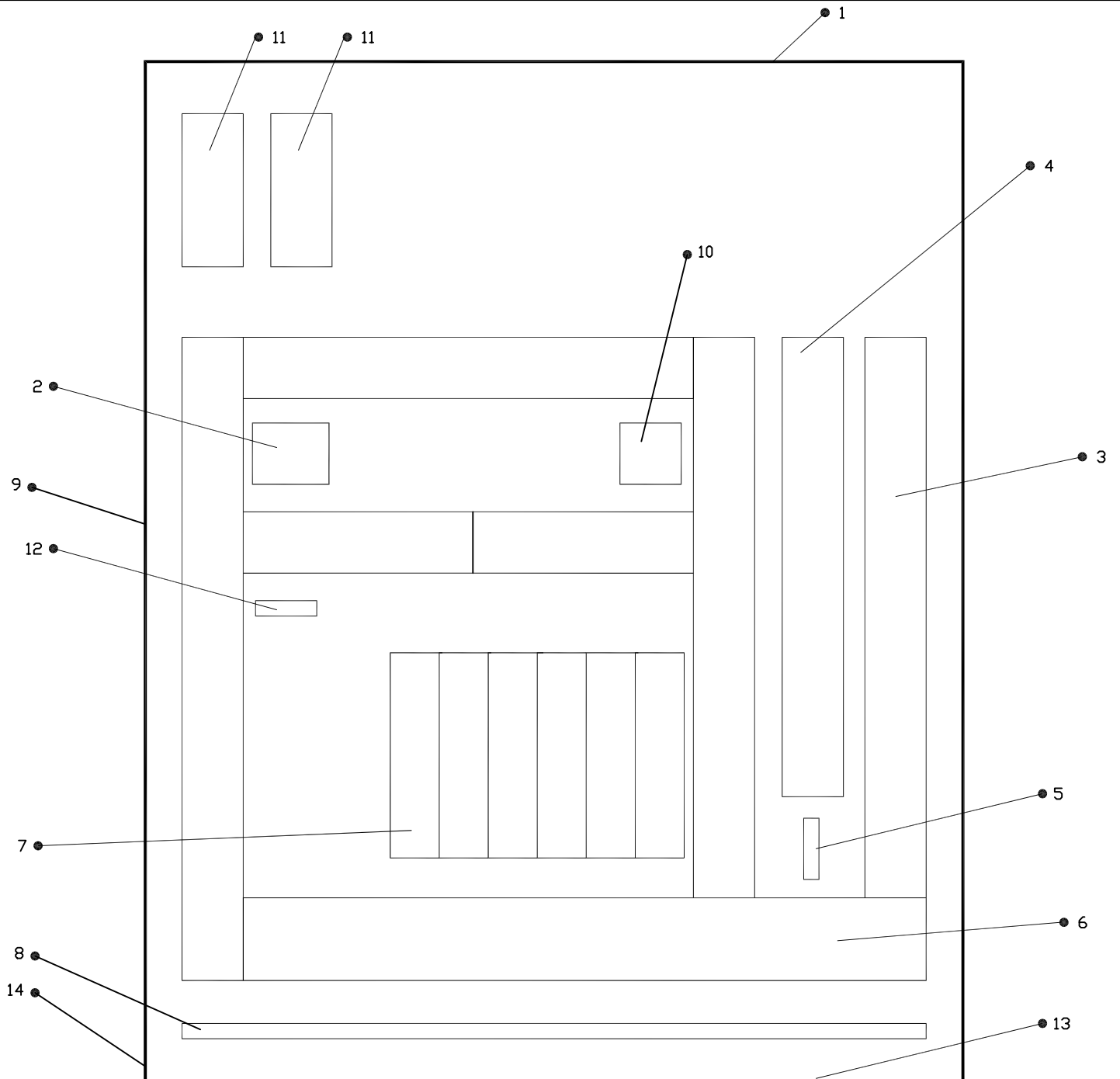
LÄHDELUETTELO

- 1 M-real Oyj Tako Board, esitykset
- 2 Suodatin DCF-2000, seloste
- 3 Vacon käyttöohje, NXL -taajuusmuuttajat
- 4 Damatic XD V.7.1, manuaalit
- 5 M-real Oyj Tako Board, HW_01 Tako-XD-piirustus

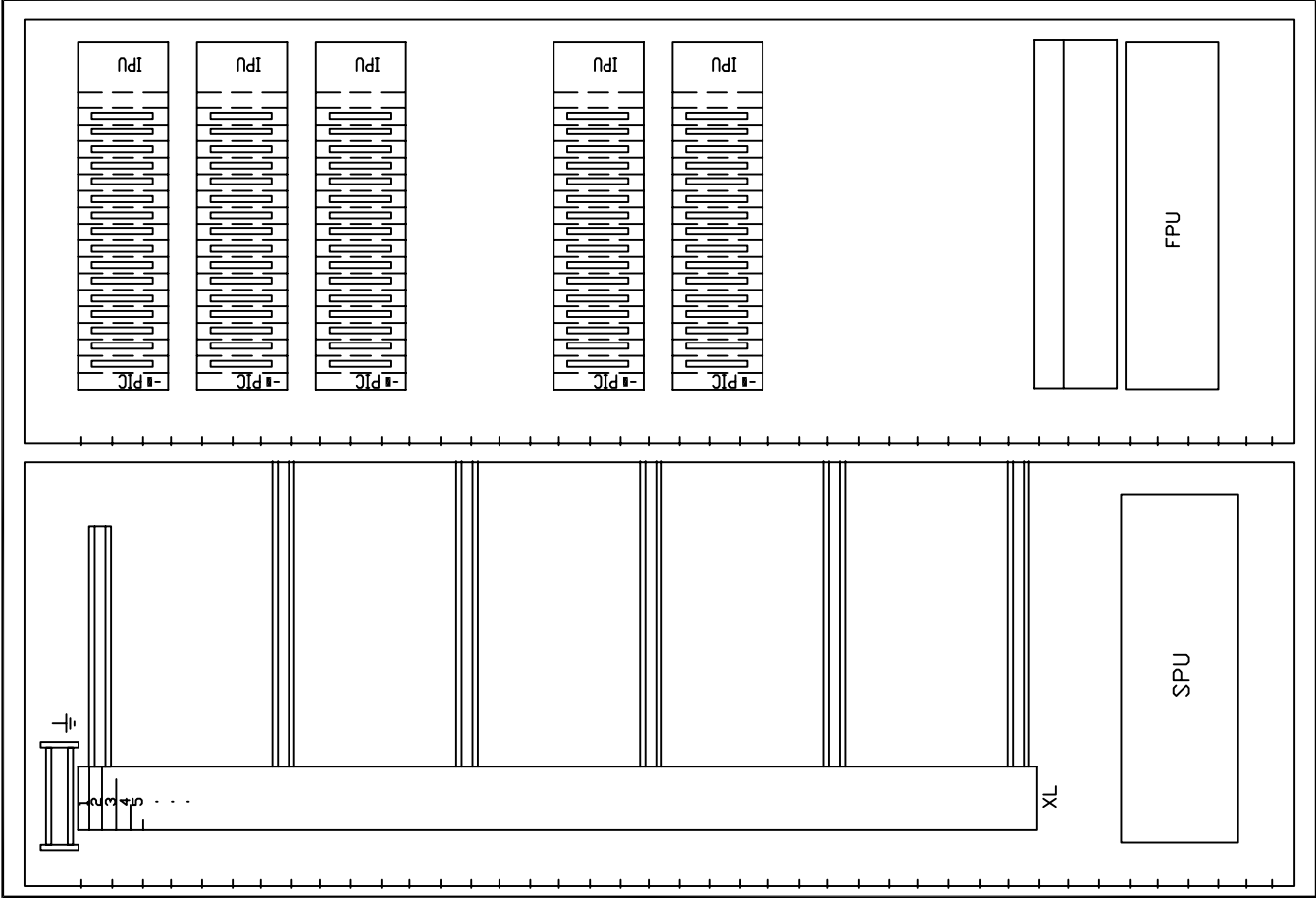
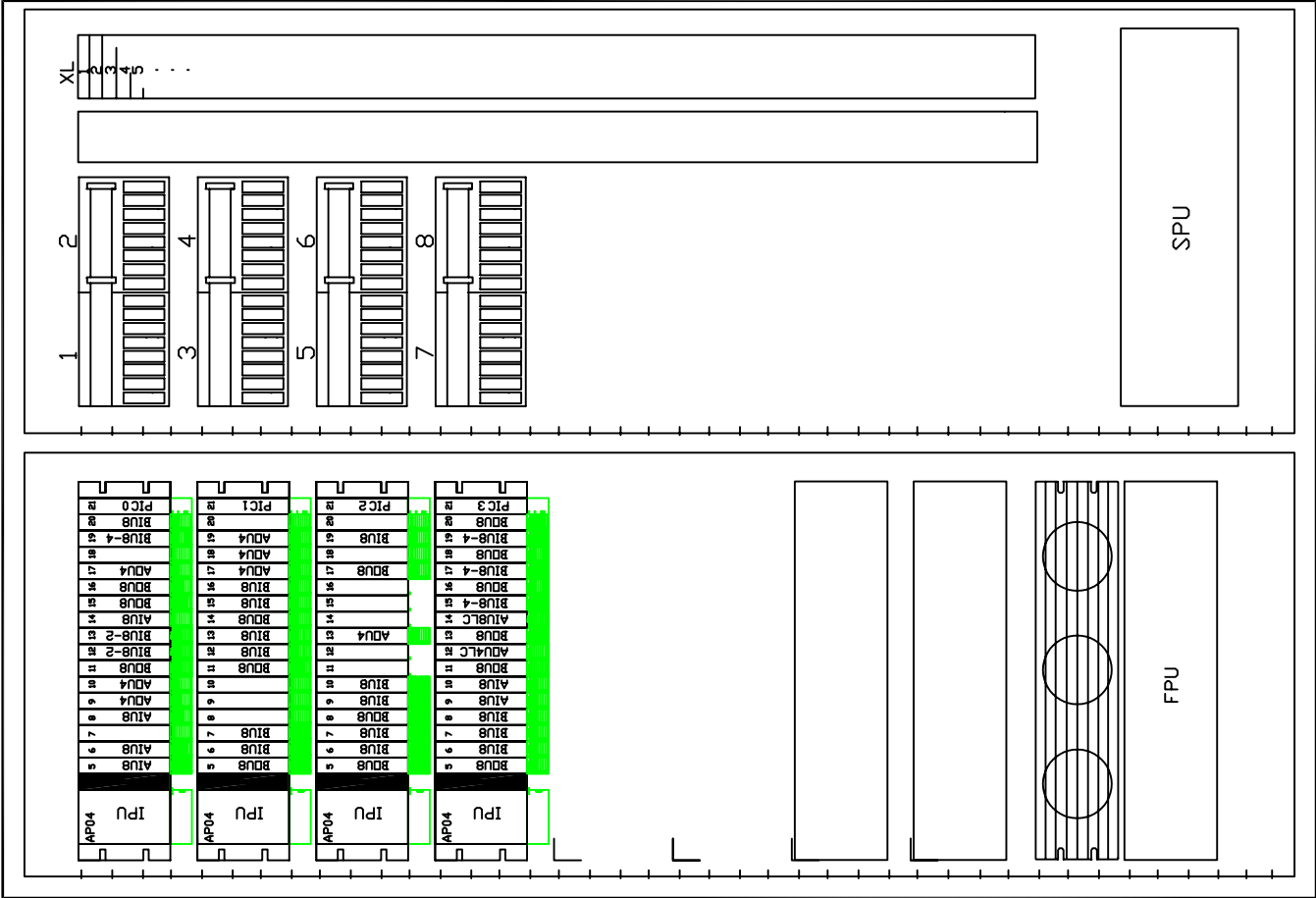
LIITELUETTELO

1. Takon automaatiojärjestelmän rakenne /5/
2. Kenttäkotelo-layout 1KK253
3. I/O-kaappikuva ja I/O-kaappiliuskat AP04_IO1
4. Johdotuspiirikaavio 60-HS-26300
5. Johdotuspiirikaavio 60-HS-26301
6. Johdotuspiirikaavio 60-HS-26302
7. Johdotuspiirikaavio 60-HS-26303
8. Johdotuspiirikaavio 60-GS-26304
9. Johdotuspiirikaavio 60-GS-26305
10. Johdotuspiirikaavio 60-A1.22
11. Automaatiomoduuili 60-HS-26300
12. Automaatiomoduuili 60-HS-26301
13. Automaatiomoduuili 60-HS-26302
14. Automaatiomoduuili 60-HS-26303
15. Automaatiomoduuili 60-GS-26304
16. Automaatiomoduuili 60-GS-26305
17. Automaatiomoduuili 60-A1.22.1
18. Automaatiomoduuili 60-A1.22.2
19. Automaatiomoduuili PDIA-2657
20. Automaatiomoduuili 60-PA3SIHDIT
21. Automaatiomoduuili 60-PA3SIHTYHJ
22. Automaatiomoduuili 60-PA3SIHRE
23. Sekvenssi SQ:60-PA3SIH1
24. Sekvenssi SQ:60-PA3SIH2
25. Sekvenssi SQ:60-PA3SIHRE
26. Sekvenssi SQ:60-PA3SIHTY
27. Kaavionäyttö GD:A1:6.4
28. Taajuusmuuttajien parametrit /3/





14	1	KENTTÄKOTELON KANNEN MAADOITUS			
13	10	LÄPIVIENTIKUMI			
12	1	PE-KISKO			
11	2	TAAJUUSMUUTTAJA	VACON OY	NXL00025C1N0SSS00	
10	4	APURELE	TEKNO-TIKKA OY	OMRON G2R-1-SN(S)	
9	1	TURVAKYTKIN (KOTELON SIVUUN)	TEKNO-TIKKA OY	KG10B T20E10/3	
8		KAARIKIINNIKEKISKO		2920/2F	
7	4	MAGNEETTIVENTTIILI	SITEK-PALVELU OY	L22BA452BG17G61	
6		JOHTOKOURU		SA30	LEV 100
5	1	TE-KISKO			
4	72	24 v RIVILIITTIMET		WDU 4	
3		JOHTOKOURU		ELA-A25	LEV 50
2	10	500 V RIVILIITTIMET		WDU 4	
1	1	KOTELO	RITTAL	AE 1016.600	1000*800*300
NRO	MÄÄRÄ	NIMITYS	TOIMITTAJA	TYYPPI	KOKO

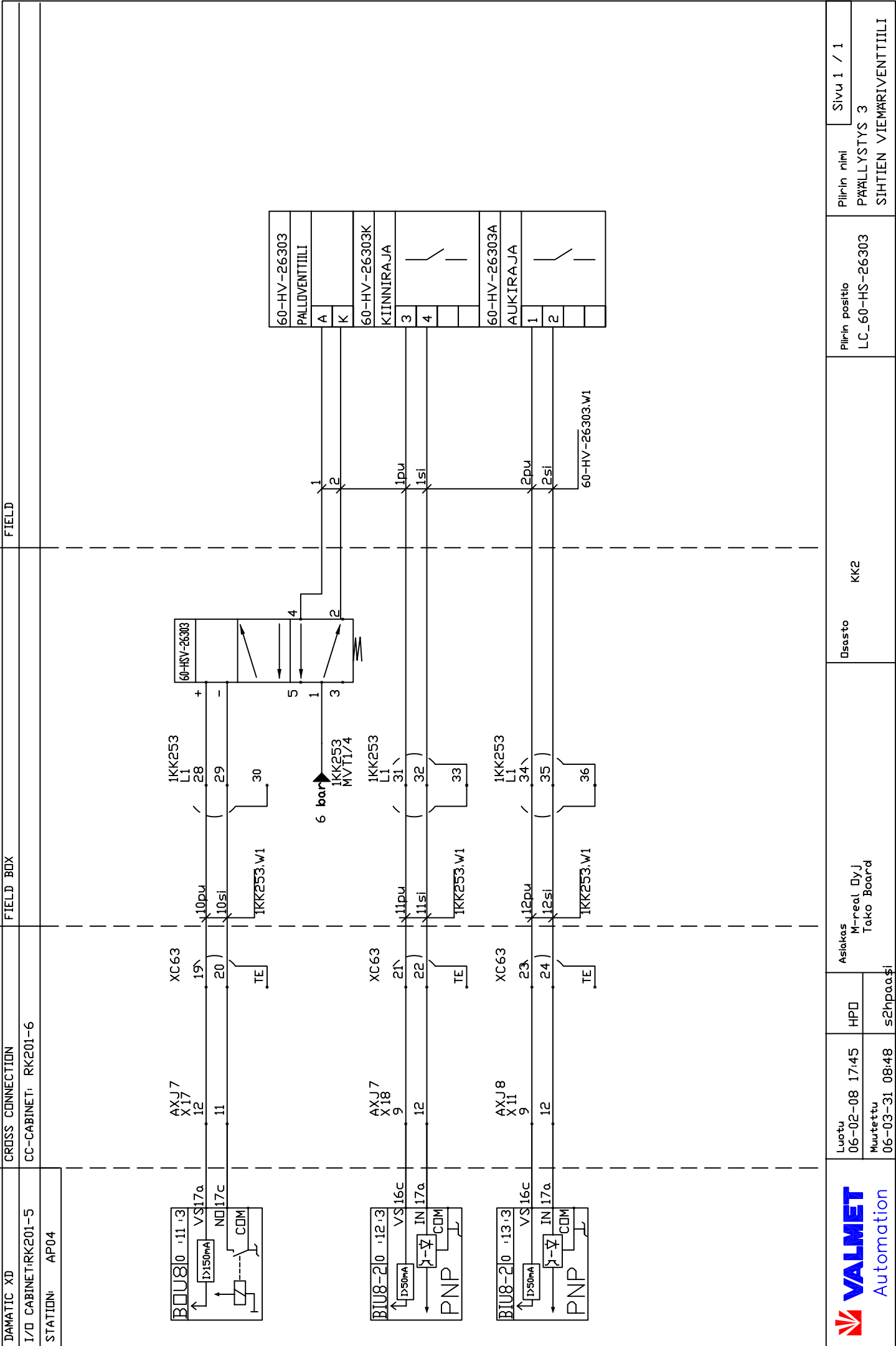



DAMATIC XD		CROSS CONNECTION		FIELD BOX		FIELD			
I/O CABINET: RK201-5		CC-CABINET: RK201-6							
STATION: AP04									
<div><div>BIU8-210-11-10</div><div><div>VS12a</div><div>IN 150mA</div><div>NO 12c</div><div>COM</div></div><div><div>AXJ7</div><div>X17</div><div>2</div><div>1</div></div><div><div>XC63</div><div>1</div><div>2</div><div>TE</div></div><div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div></div><div><div>60-HSV-26300</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div></div>				<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div></div> <div><div>60-HSV-26300</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>		<div><div>60-HV-26300</div><div>PALLOVENTTILI</div><div>A</div><div>K</div></div> <div><div>60-HV-26300K</div><div>KIINNIRAJA</div><div>3</div><div>4</div></div> <div><div>60-HV-26300A</div><div>AUKIRAJA</div><div>1</div><div>2</div></div> <div>60-HV-26300.W1</div>			
<div><div>BIU8-210-12-10</div><div><div>VS13a</div><div>IN 12a</div><div>COM</div></div><div><div>AXJ7</div><div>X18</div><div>4</div><div>2</div></div><div><div>XC63</div><div>3</div><div>4</div><div>TE</div></div><div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div></div><div><div>60-HSV-26300</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div></div>				<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div></div> <div><div>60-HSV-26300</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>		<div><div>60-HV-26300</div><div>PALLOVENTTILI</div><div>A</div><div>K</div></div> <div><div>60-HV-26300K</div><div>KIINNIRAJA</div><div>3</div><div>4</div></div> <div><div>60-HV-26300A</div><div>AUKIRAJA</div><div>1</div><div>2</div></div> <div>60-HV-26300.W1</div>			
<div><div>BIU8-210-13-10</div><div><div>VS13a</div><div>IN 12a</div><div>COM</div></div><div><div>AXJ8</div><div>X11</div><div>4</div><div>2</div></div><div><div>XC63</div><div>5</div><div>6</div><div>TE</div></div><div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div></div><div><div>60-HSV-26300</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div></div>				<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div></div> <div><div>60-HSV-26300</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>		<div><div>60-HV-26300</div><div>PALLOVENTTILI</div><div>A</div><div>K</div></div> <div><div>60-HV-26300K</div><div>KIINNIRAJA</div><div>3</div><div>4</div></div> <div><div>60-HV-26300A</div><div>AUKIRAJA</div><div>1</div><div>2</div></div> <div>60-HV-26300.W1</div>			

<div><div>VALMET</div><div>Automation</div></div>		<div>Luotu</div> 06-02-08 17:25 <div>Muutettu</div> 06-03-31 08:44	<div>HPD</div> s2hpaasfi	<div>Asiakas</div> M-real OyJ Tako Board	<div>Osasto</div> KK2	<div>Pilrin positio</div> LC_60-HS-26300	<div>Pilrin nimi</div> PÄYLLYSTYS 3 SIHTI 1 REJEKTOINTI	<div>Sivu 1 / 1</div>
---------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------	--------------------------	---------------------------------------------	-----------------------	------------------------------------------	------------------------------------------------------------	-----------------------

DAMATIC XD		CROSS CONNECTION		FIELD BOX		FIELD		Piliirin nimi		Piliirin positiio		Sivu 1 / 1	
I/O CABINET: RK201-5		CC-CABINET: RK201-6						PÄÄLLYSTYS 3		LC_60-HS-26301		SIHTI 2 REJEKTOINTI	
STATION: AP04													
<div><div>BIU8-2</div><div>10, 11, 1</div><div>VS14a</div><div>IN 14a</div><div>CDM</div><div>PNP</div></div>		<div><div>AXJ7</div><div>X17</div><div>6</div><div>5</div><div>XC63</div><div>7</div><div>8</div><div>TE</div></div>		<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>10</div><div>11</div><div>12</div><div>1KK253.W1</div></div>		<div><div>60-HSV-26301</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6 bar</div></div>		<div><div>60-HV-26301</div><div>PALLOVENTTIILI</div><div>A</div><div>K</div><div>60-HV-26301K</div><div>KIINNIRAJA</div><div>3</div><div>4</div><div>60-HV-26301A</div><div>AUKIRAJA</div><div>1</div><div>2</div></div>					
<div><div>BIU8-2</div><div>10, 12, 1</div><div>VS13c</div><div>IN 14a</div><div>CDM</div><div>PNP</div></div>		<div><div>AXJ7</div><div>X18</div><div>3</div><div>6</div><div>XC63</div><div>9</div><div>10</div><div>TE</div></div>		<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>13</div><div>14</div><div>15</div><div>1KK253.W1</div></div>		<div><div>1KK253</div><div>MV1/2</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div></div>		<div><div>60-HV-26301K</div><div>KIINNIRAJA</div><div>3</div><div>4</div><div>60-HV-26301A</div><div>AUKIRAJA</div><div>1</div><div>2</div></div>					
<div><div>BIU8-2</div><div>10, 13, 1</div><div>VS13c</div><div>IN 14a</div><div>CDM</div><div>PNP</div></div>		<div><div>AXJ8</div><div>X11</div><div>3</div><div>6</div><div>XC63</div><div>11</div><div>12</div><div>TE</div></div>		<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>16</div><div>17</div><div>18</div><div>1KK253.W1</div></div>		<div><div>1KK253</div><div>L1</div><div>10</div><div>11</div><div>12</div><div>1KK253.W1</div></div>		<div><div>60-HV-26301A</div><div>AUKIRAJA</div><div>1</div><div>2</div></div>					

[illegible]



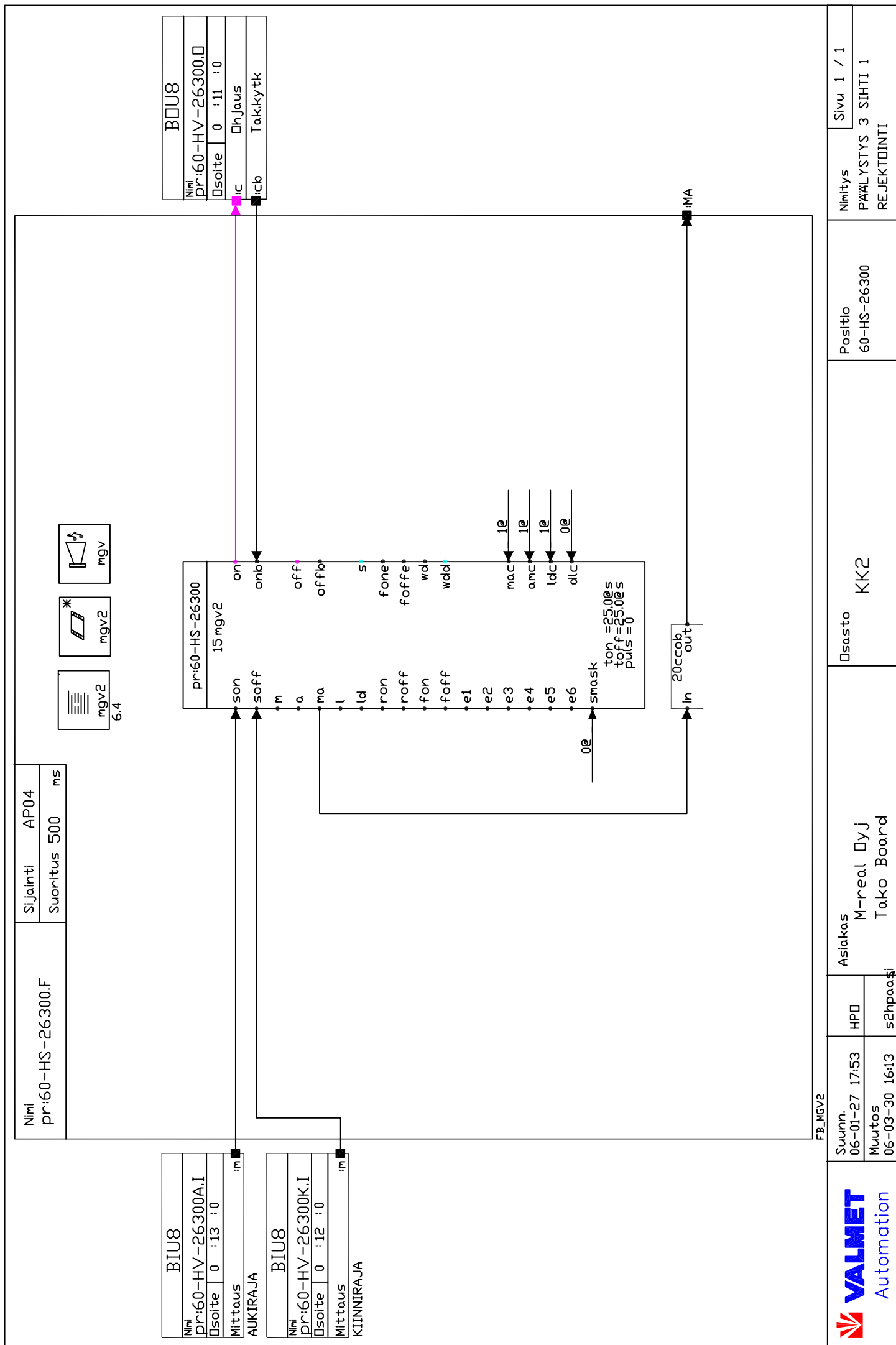
		Luotu 06-02-08 17:51 Muutettu 06-03-31 08:49		HPD	Asiakas M-real OyJ Tako Board		Osasto KK2	Piirrin positiio LC_60-GS-26304		Piirrin nimi PÄÄLLYSTYS 3 SIHTI 1 YLÄRAJA		Sivu 1 / 1
DAMATIC XD I/O CABINET:RK201-5 STATION: AP04		CROSS CONNECTION CC-CABINET: RK201-6		FIELD BOX		FIELD						

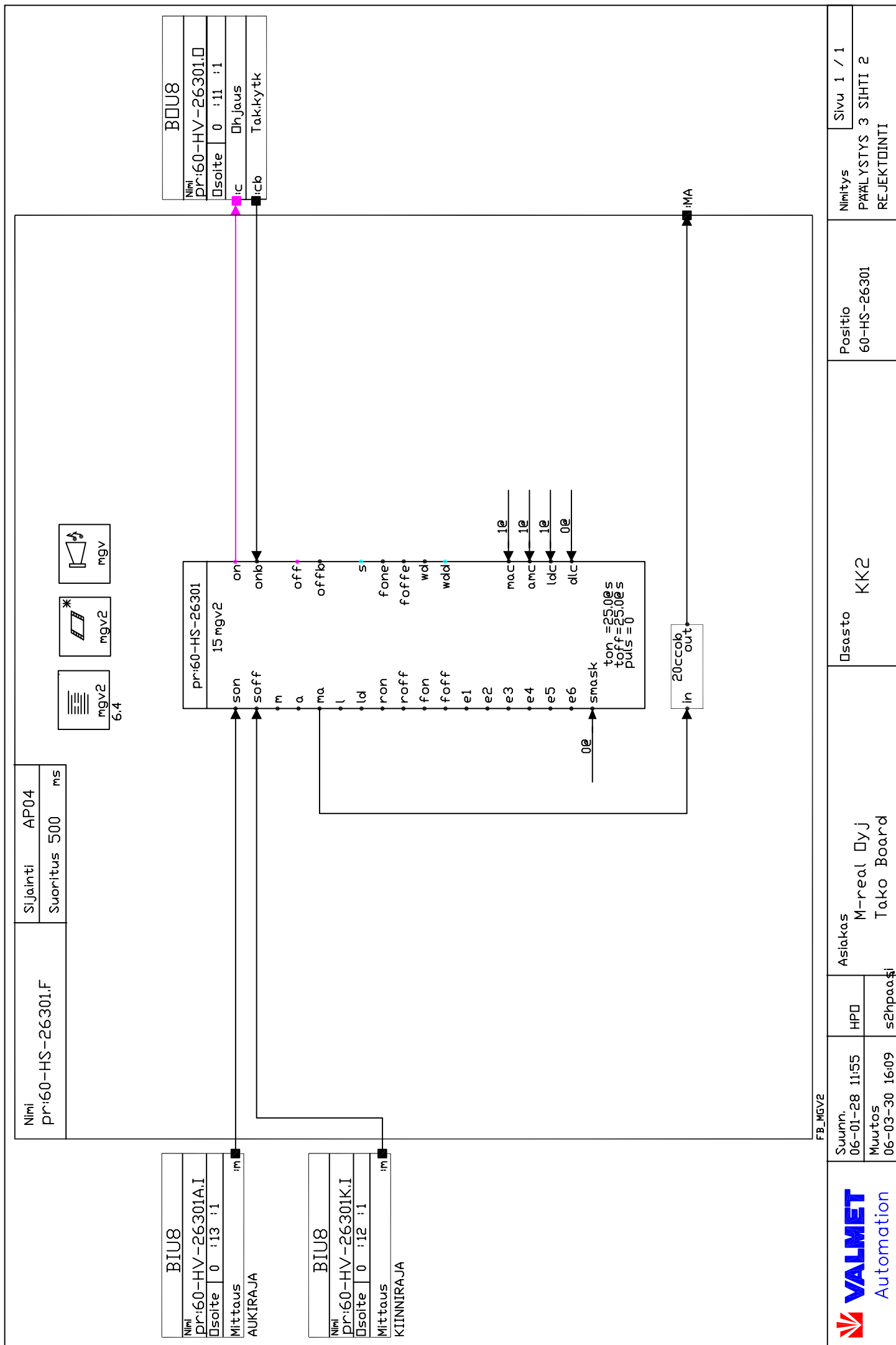
Legend:

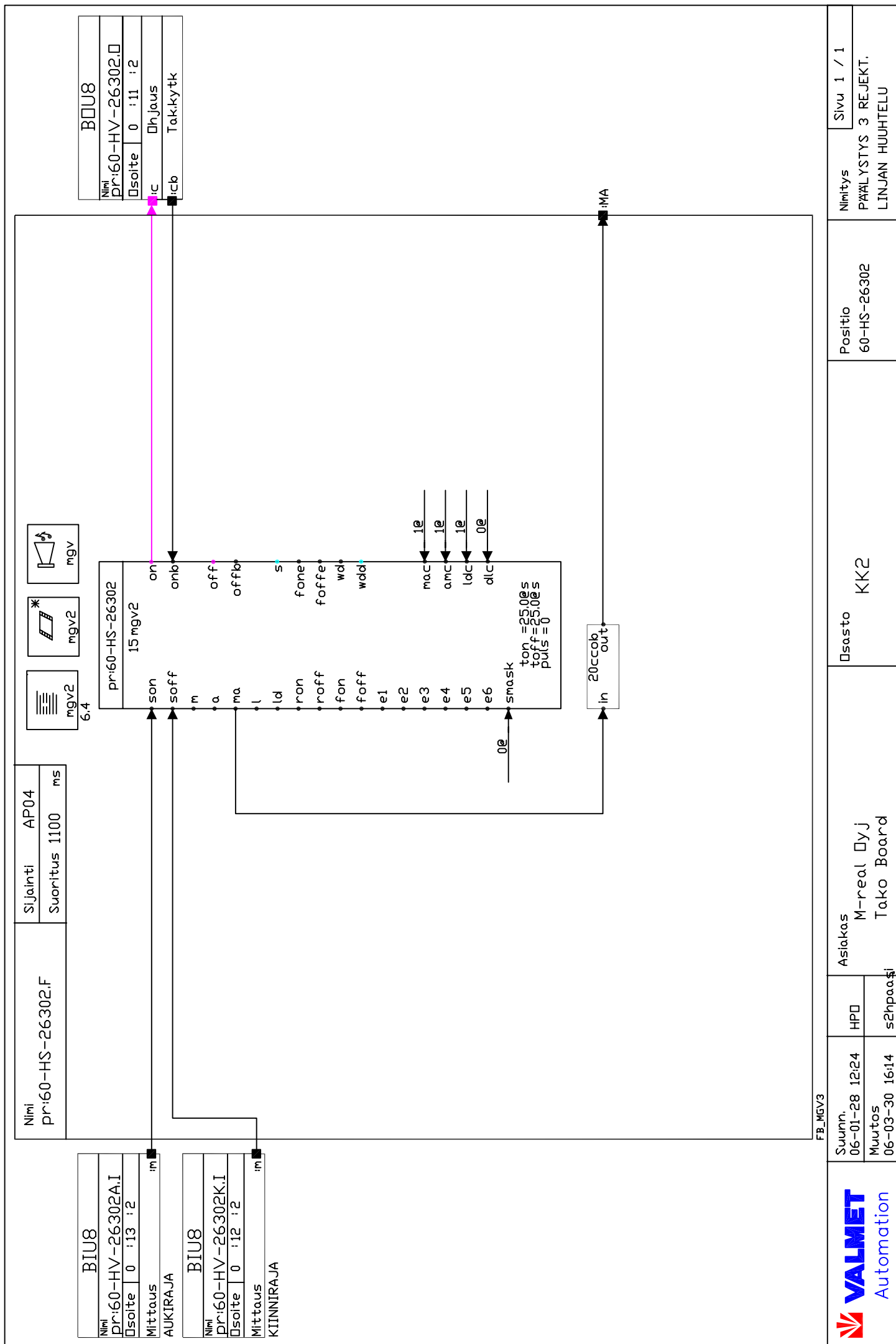
- KÄYNTIKÄSKY SUUNTA ETEEN (SE)
- KÄYNTIKÄSKY SUUNTA TAKASE (ST)
- DAMATIC XD KÄYNTIKÄSKY

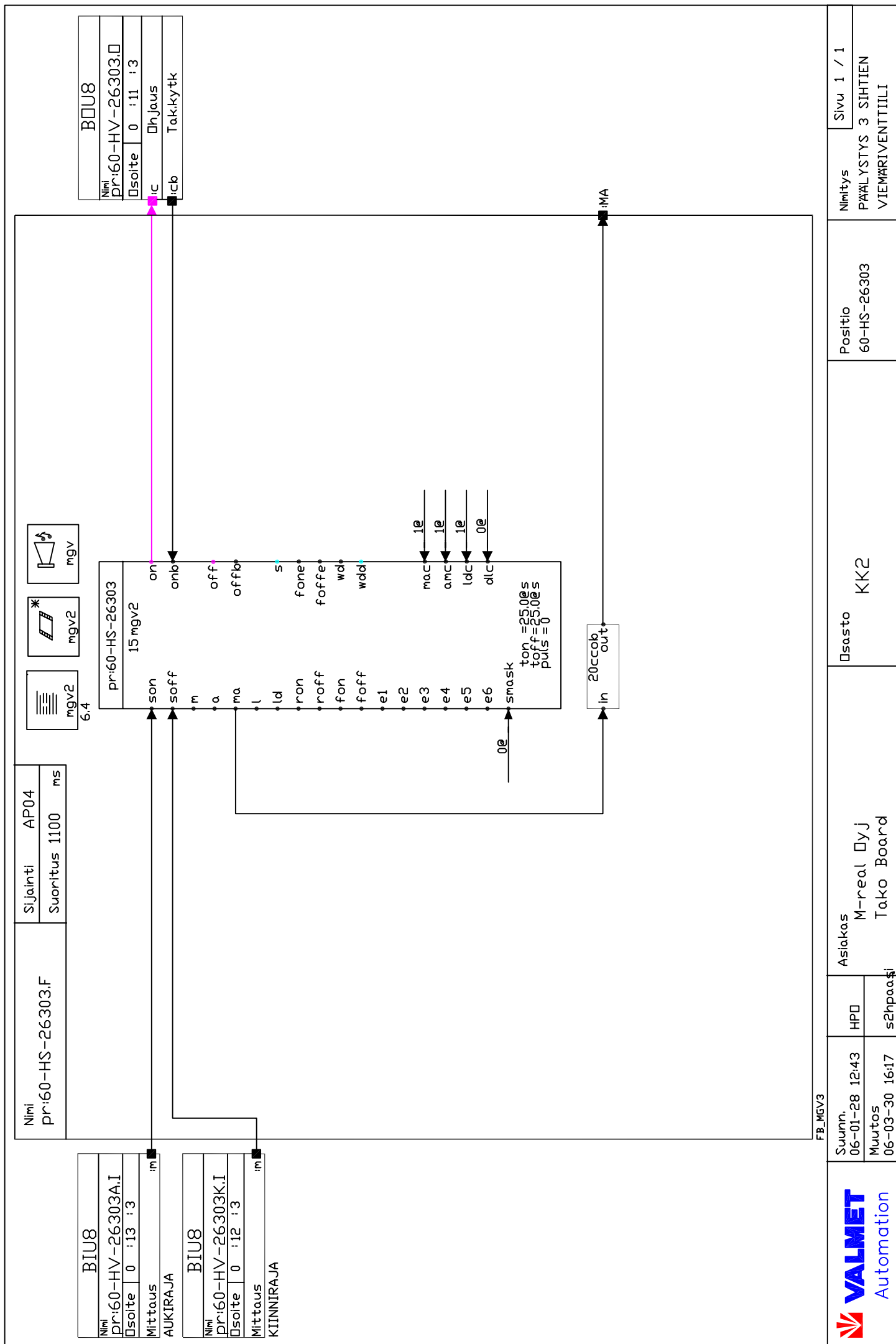
Wiring Details:

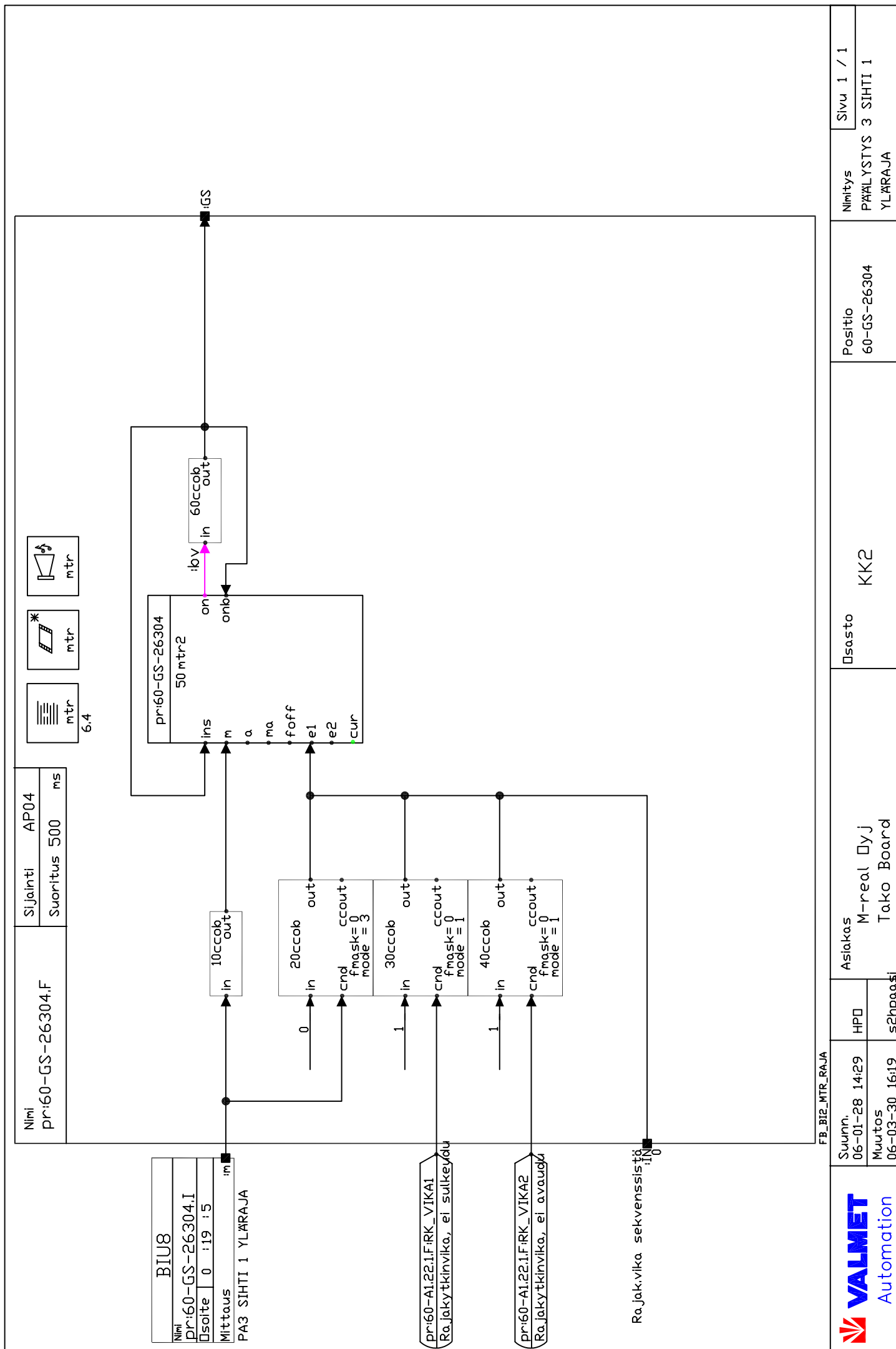
- Terminal block connections: X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14.
- Switches: K12, K13, K14.
- Relays: L158, L159, L161, L162.
- Wiring paths: 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.

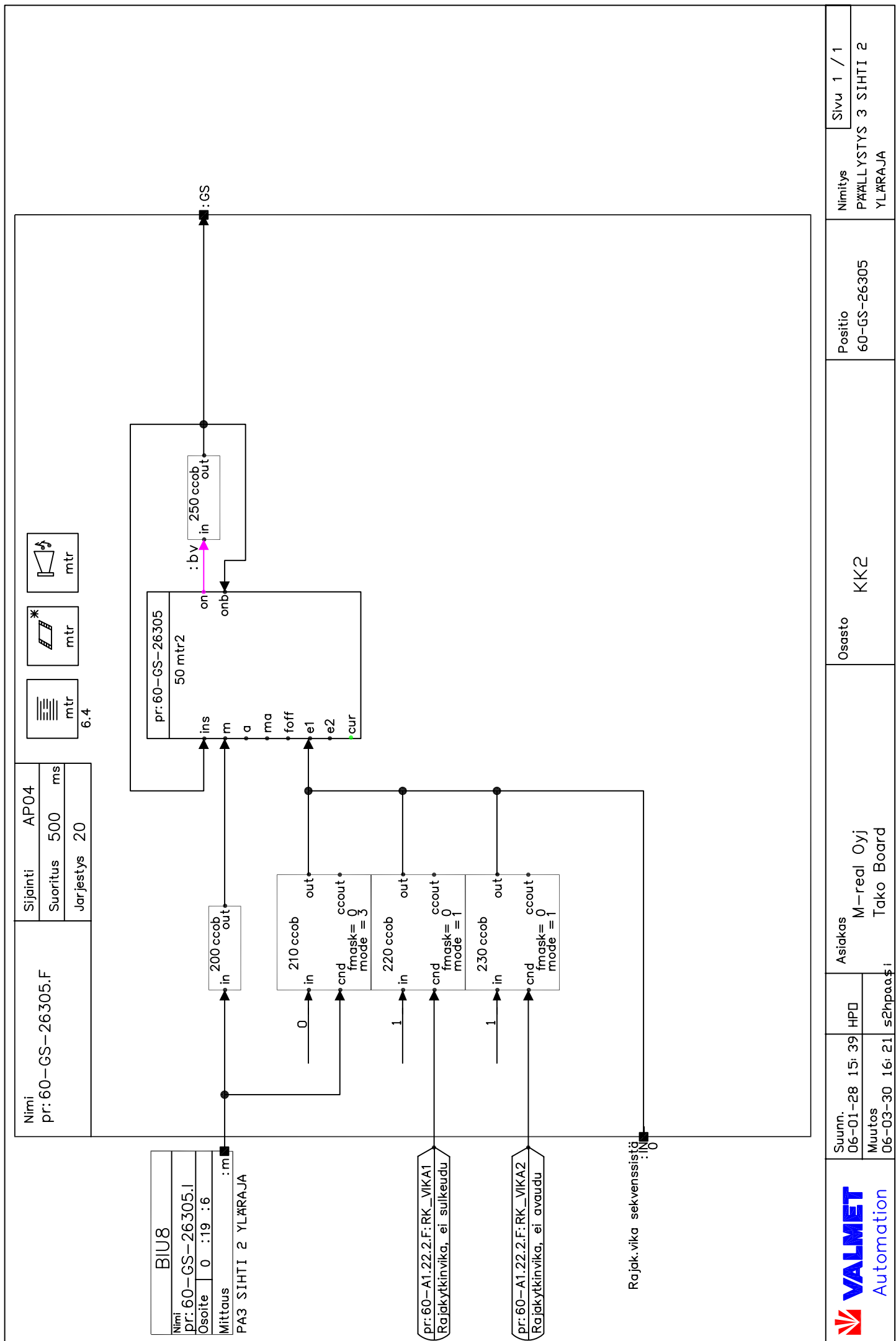






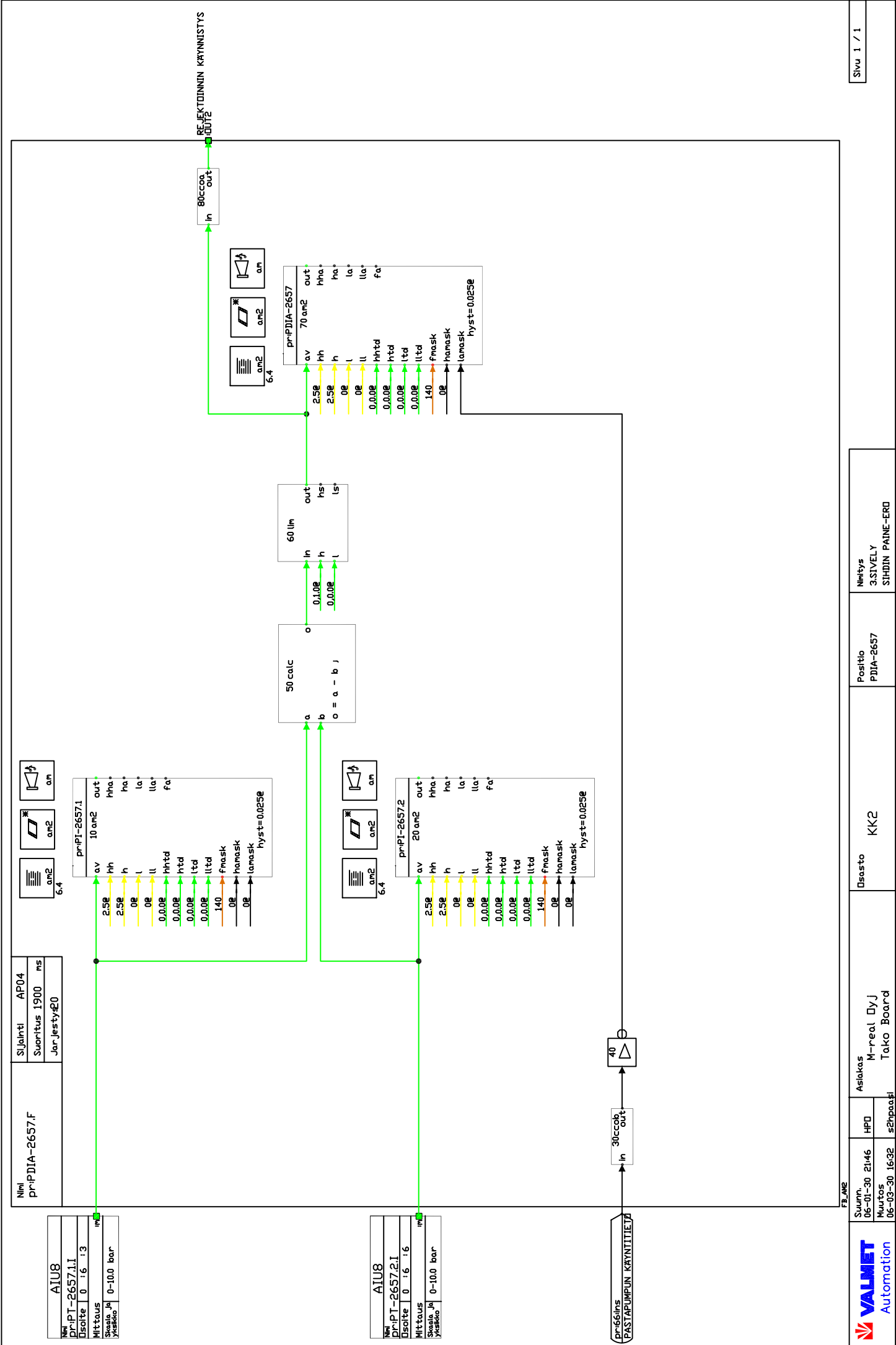


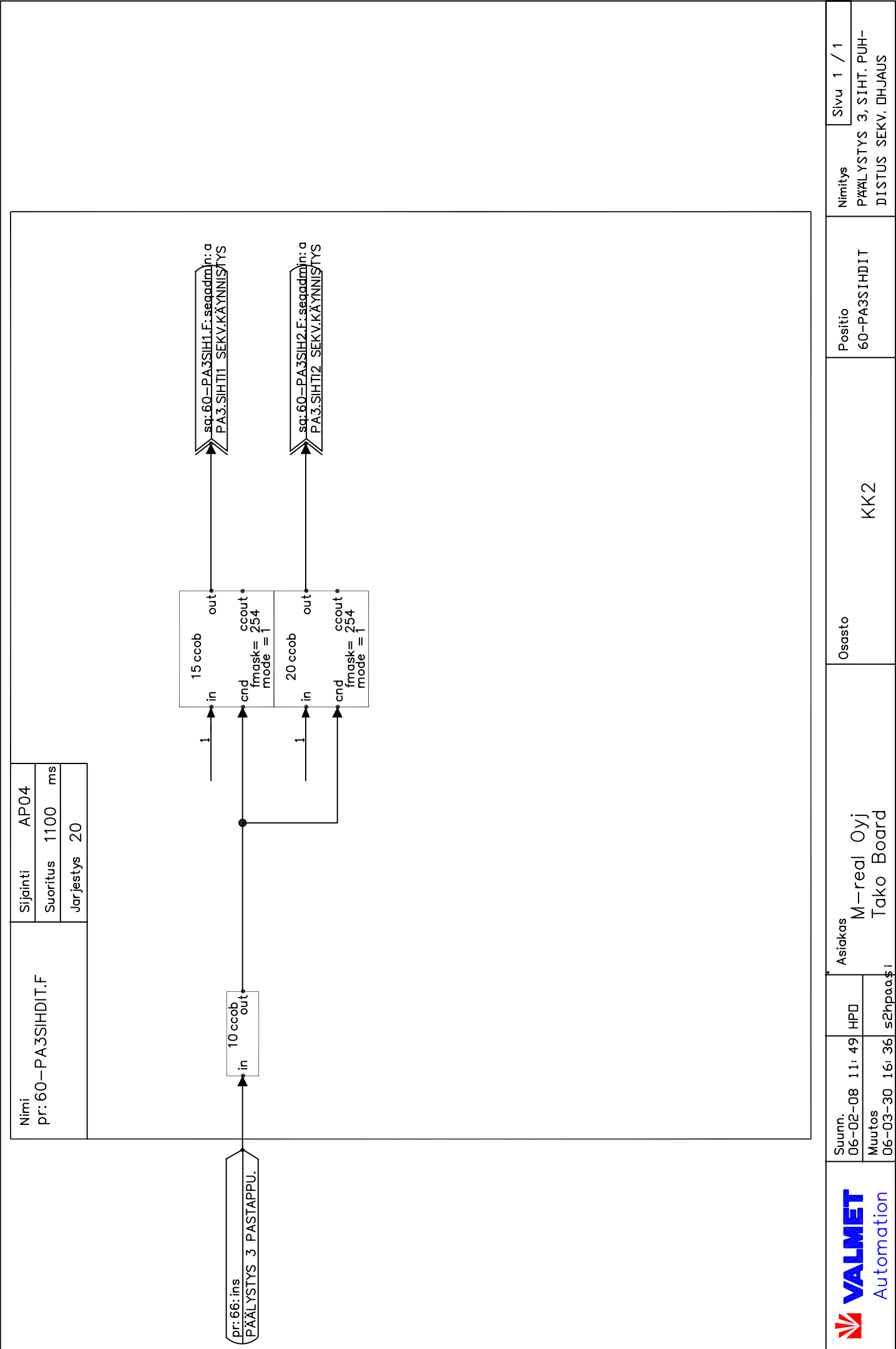


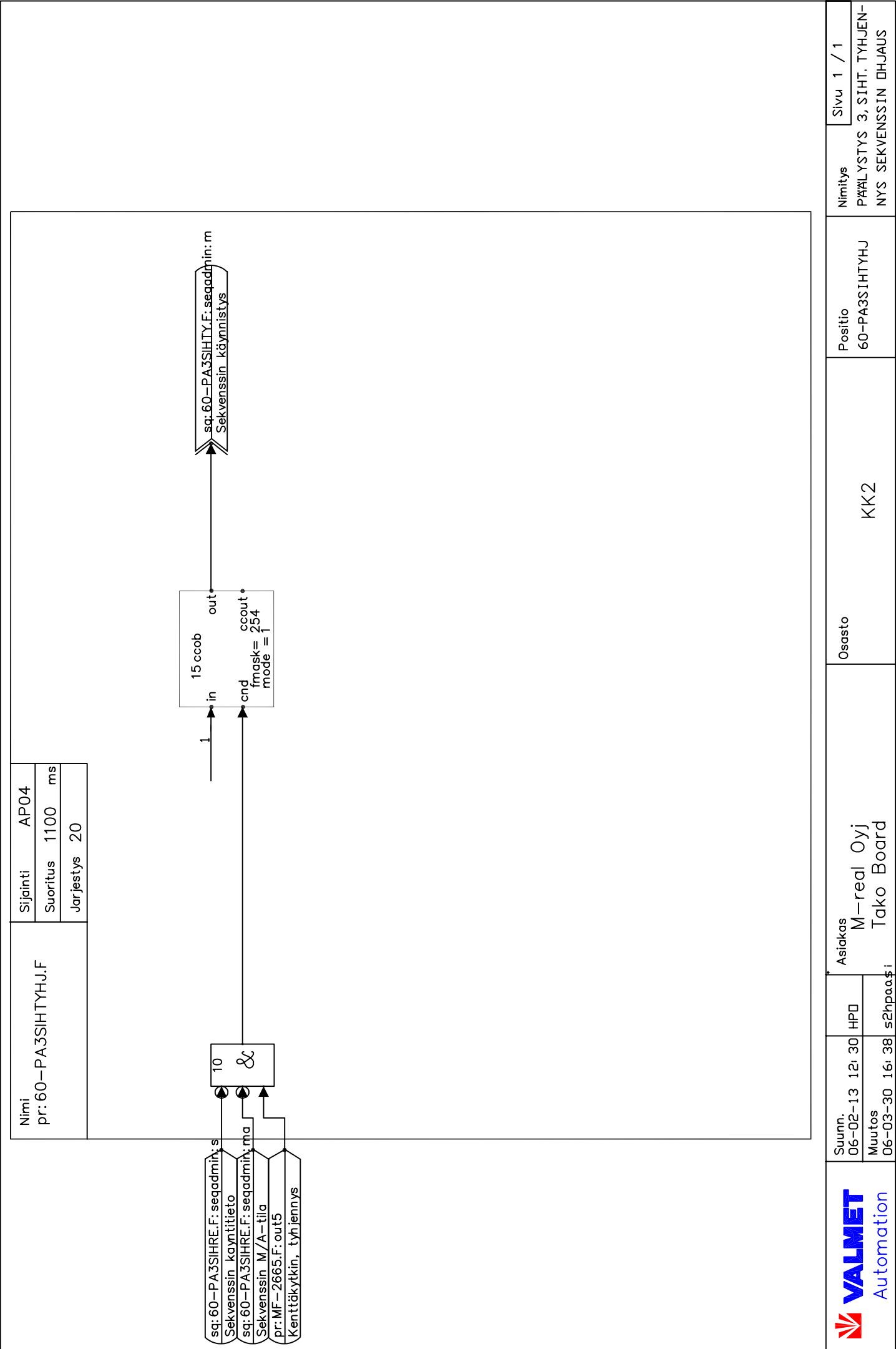






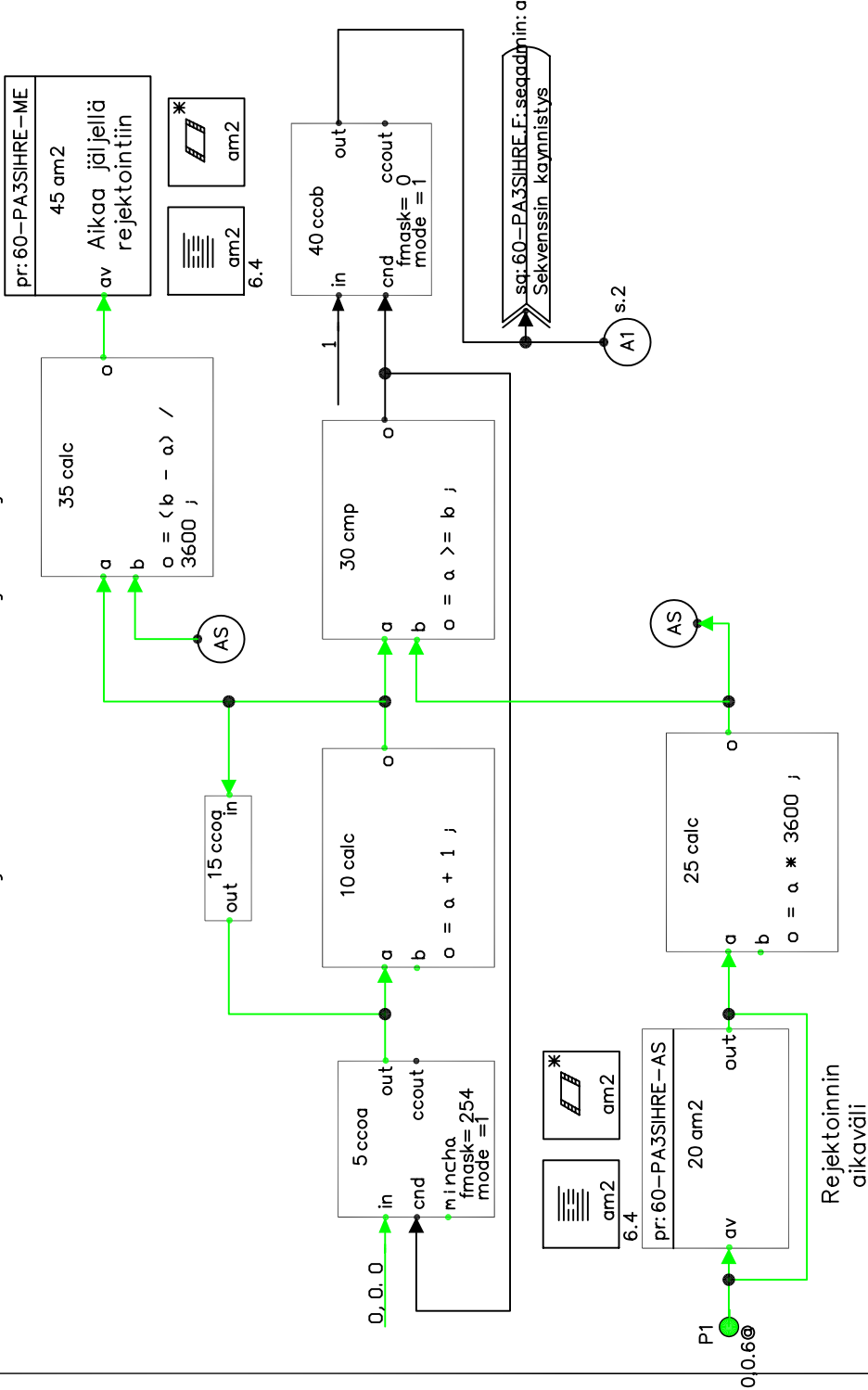


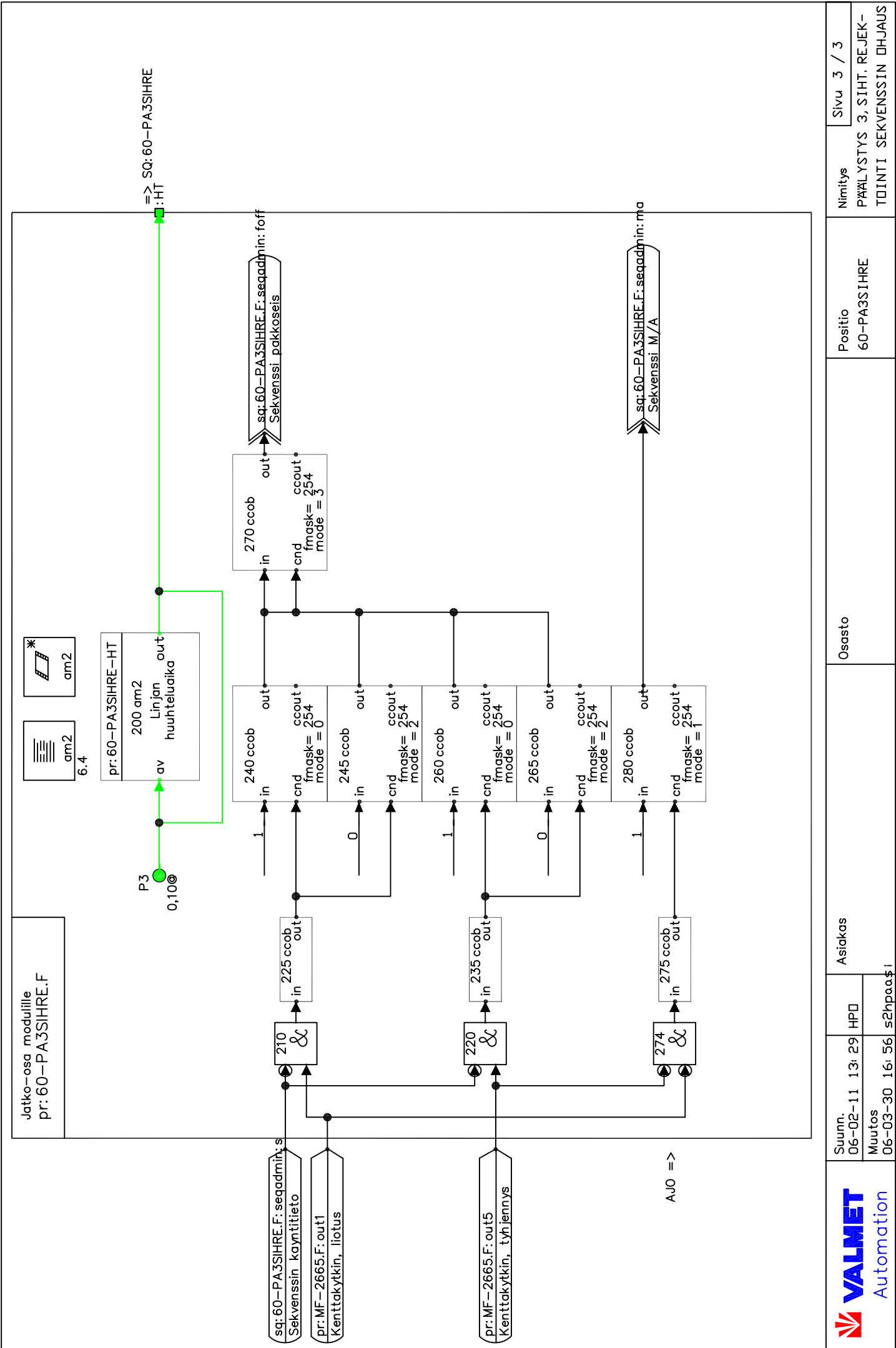


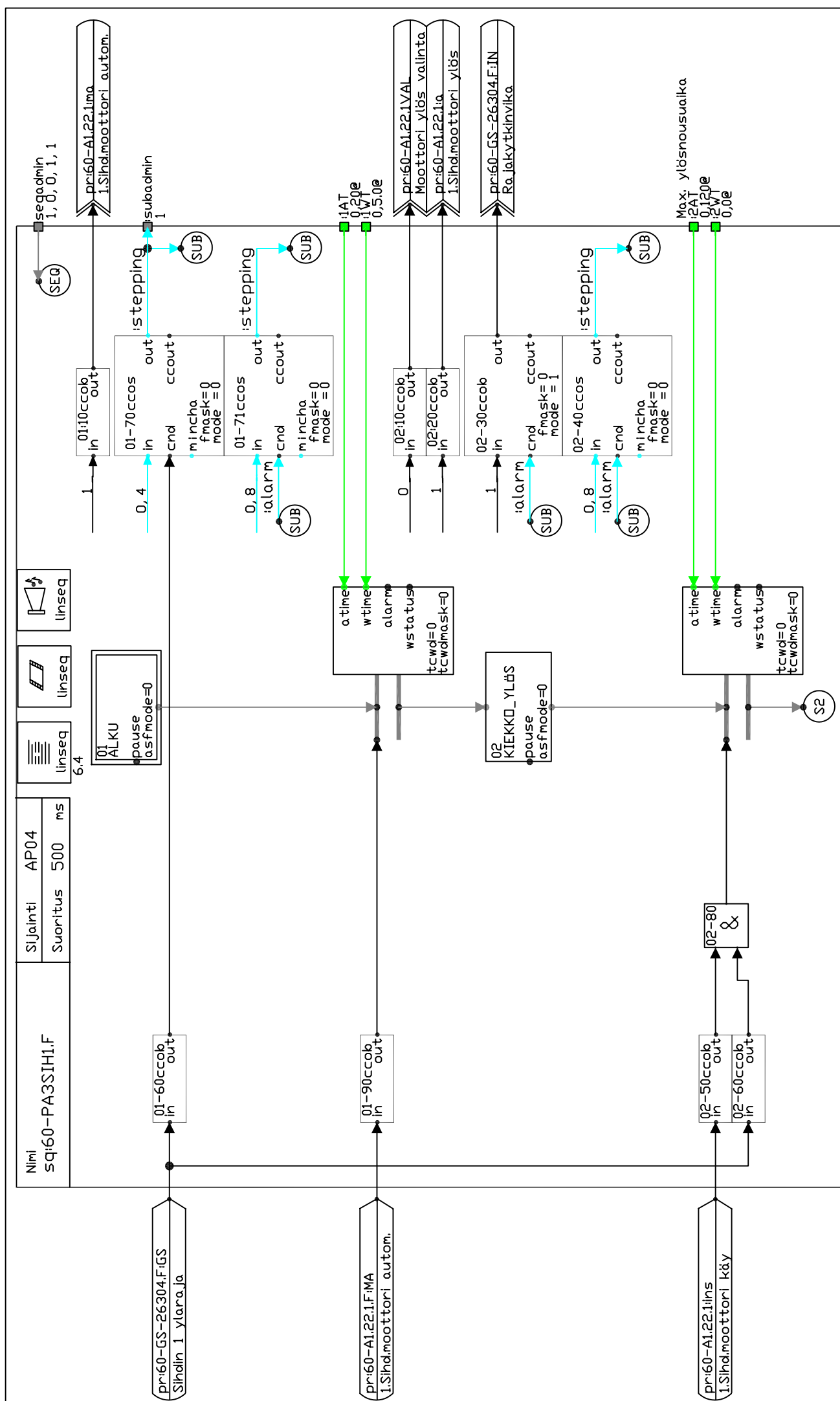


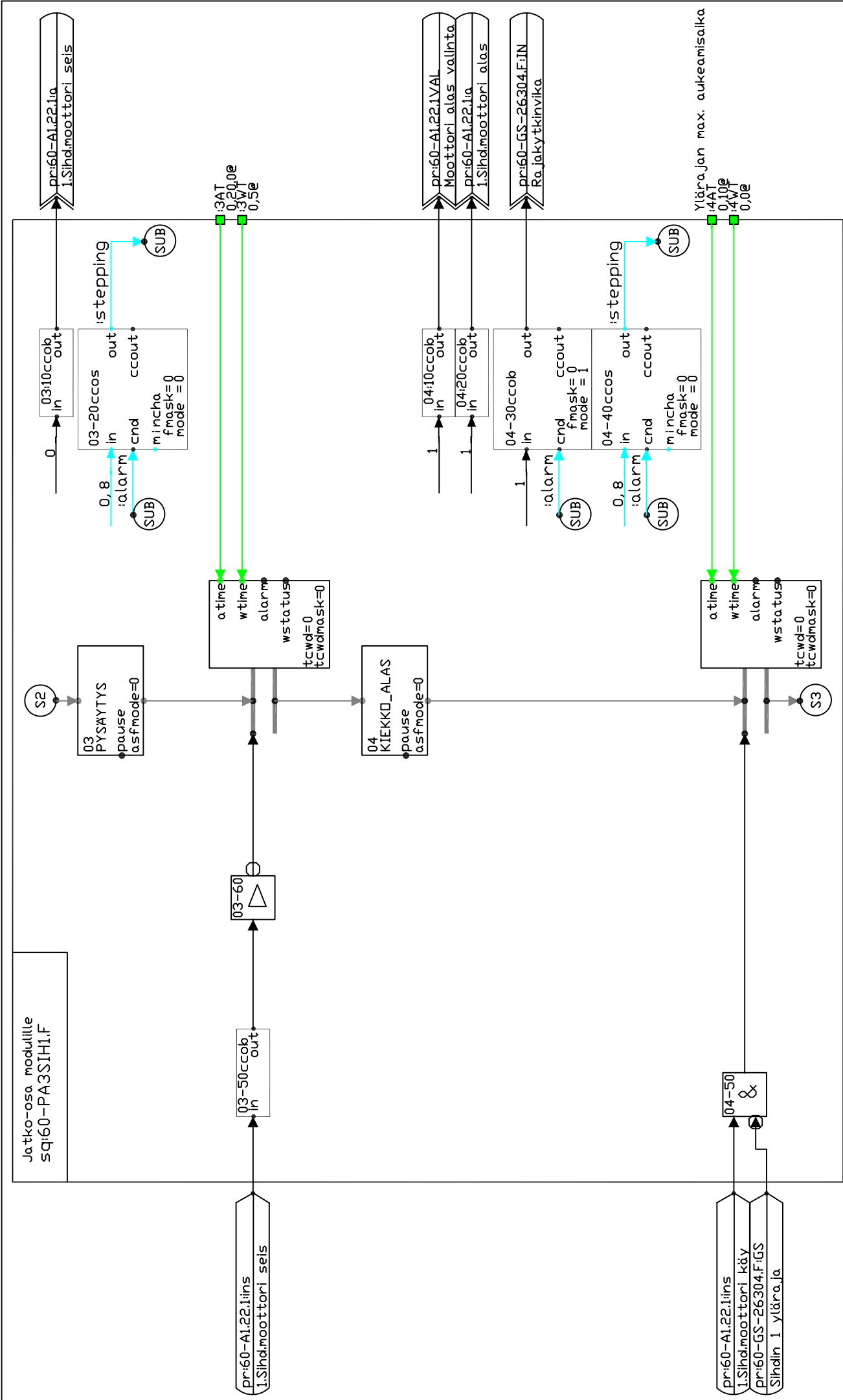
Nimi pr: 60-PA3SIHRE.F	Sijainti	AP04
	Suoritus	1100 ms
	Järjestys	20

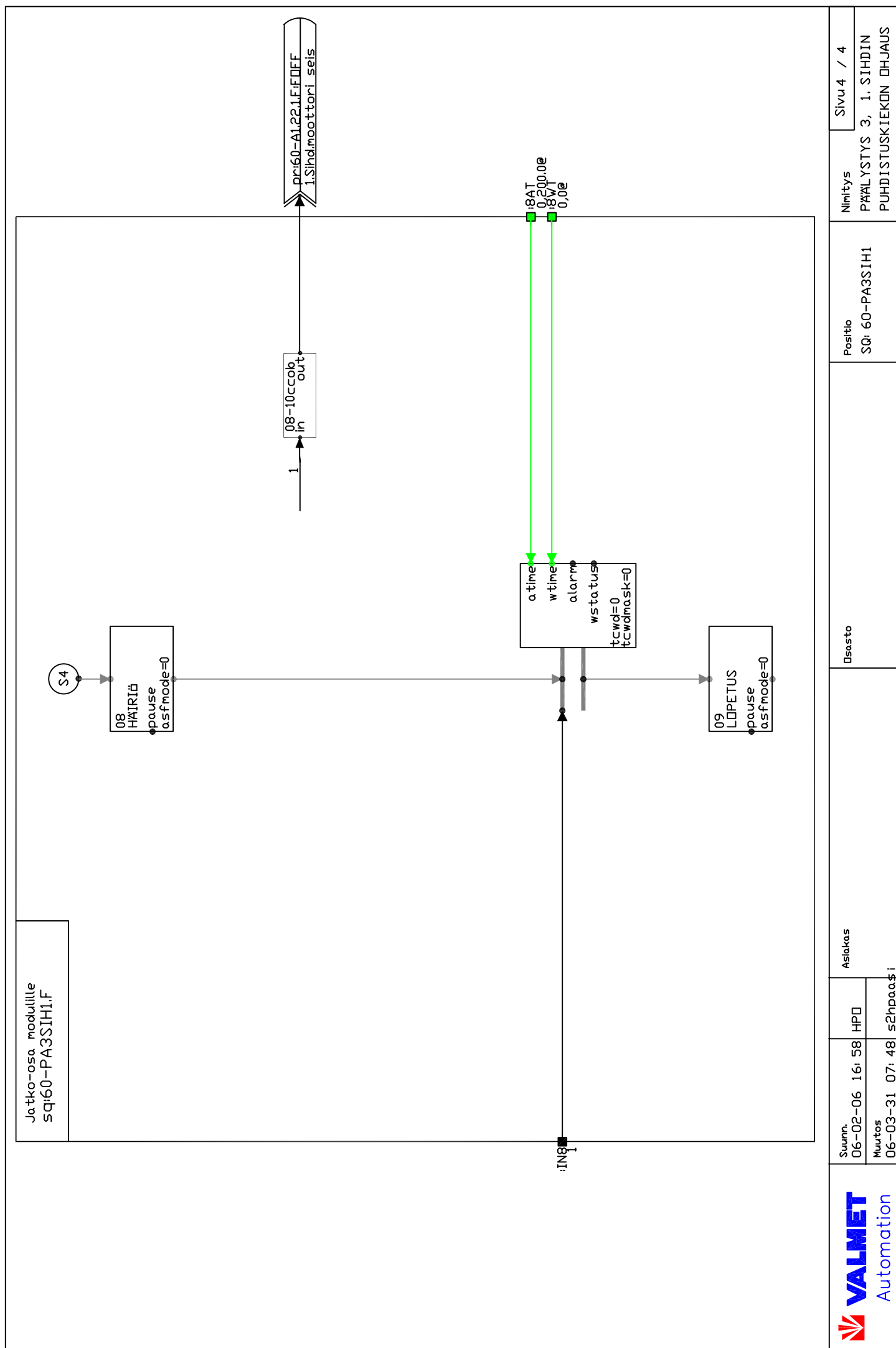
Rejektoinnin aikakäynnistys:

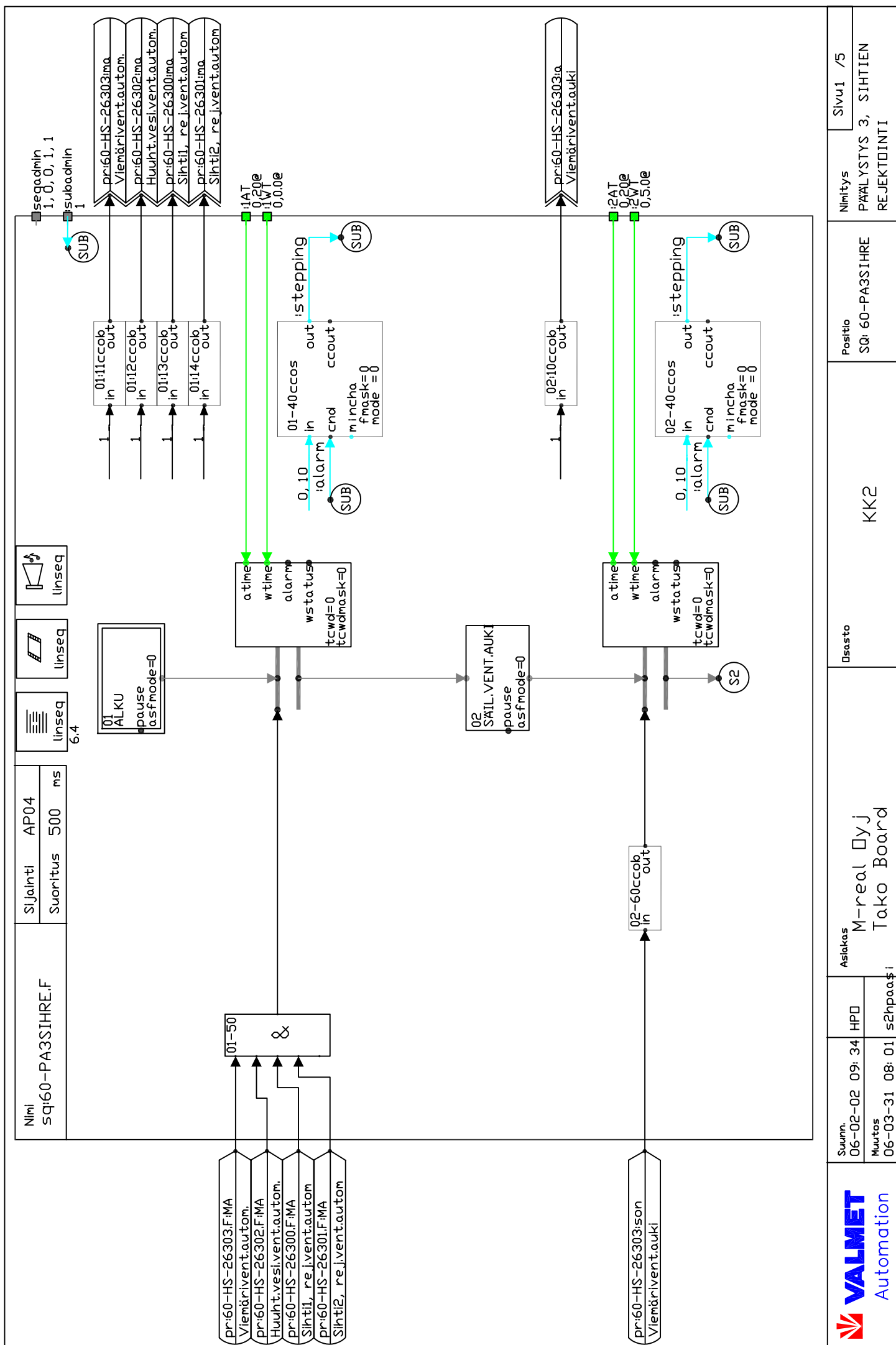


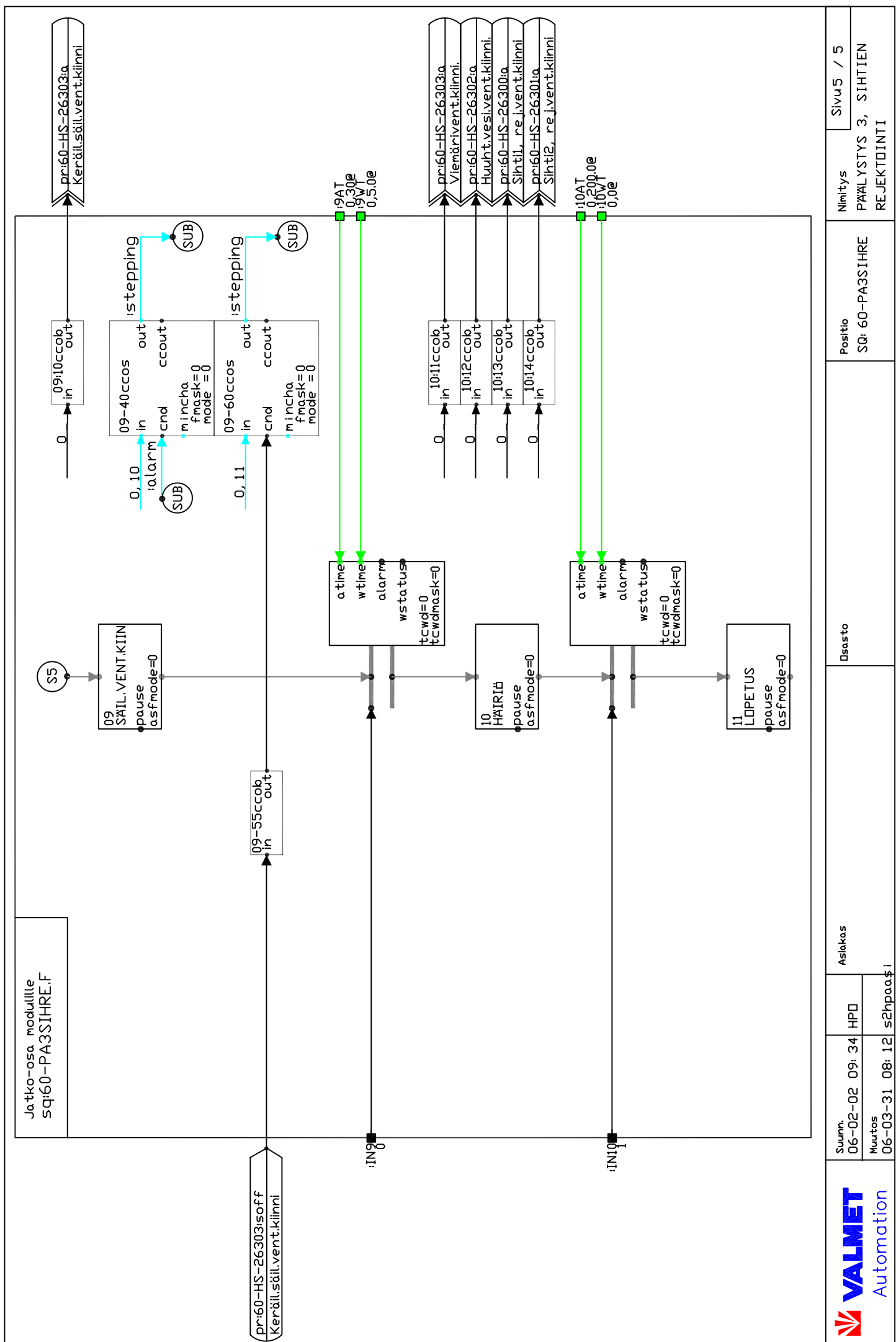


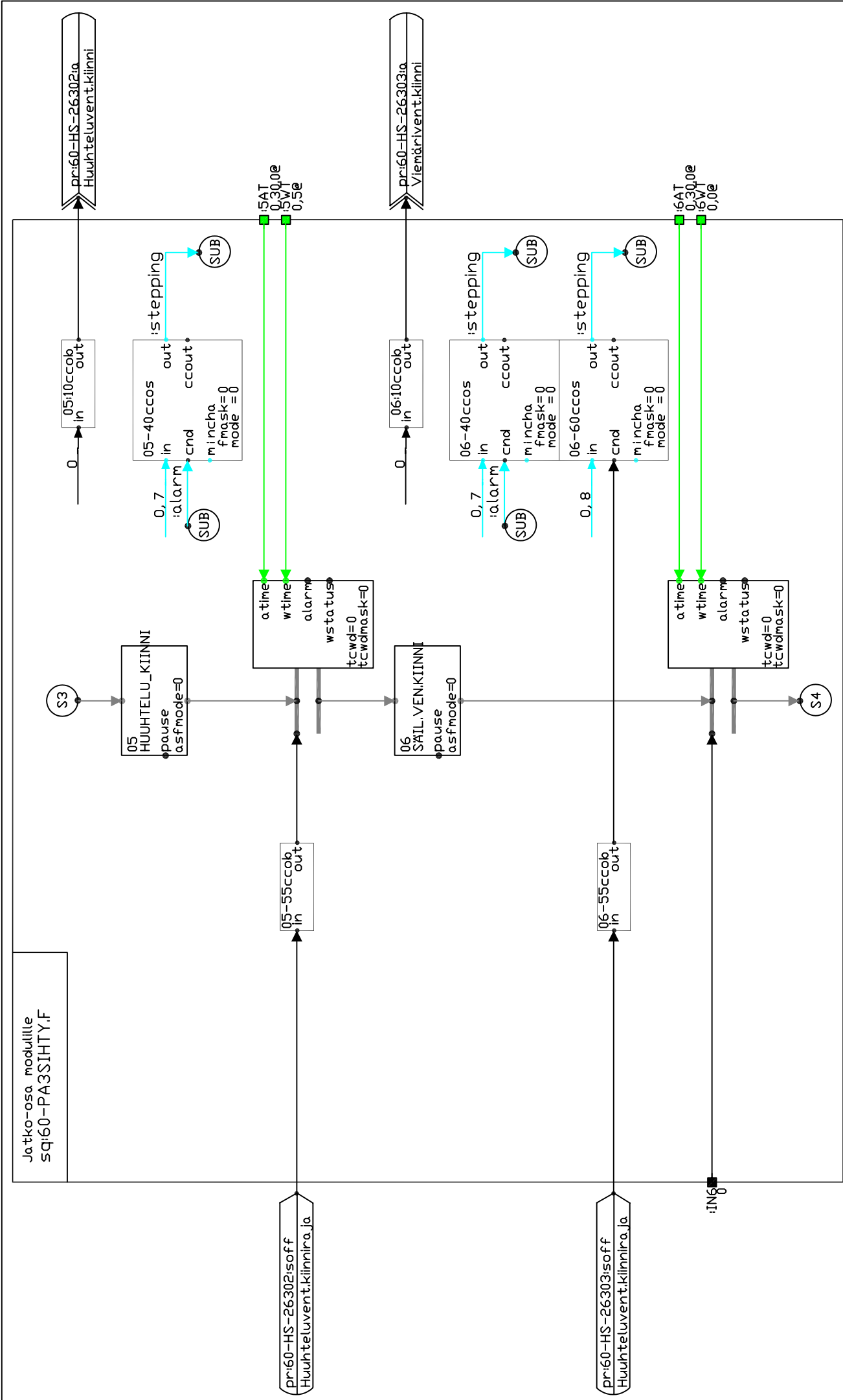


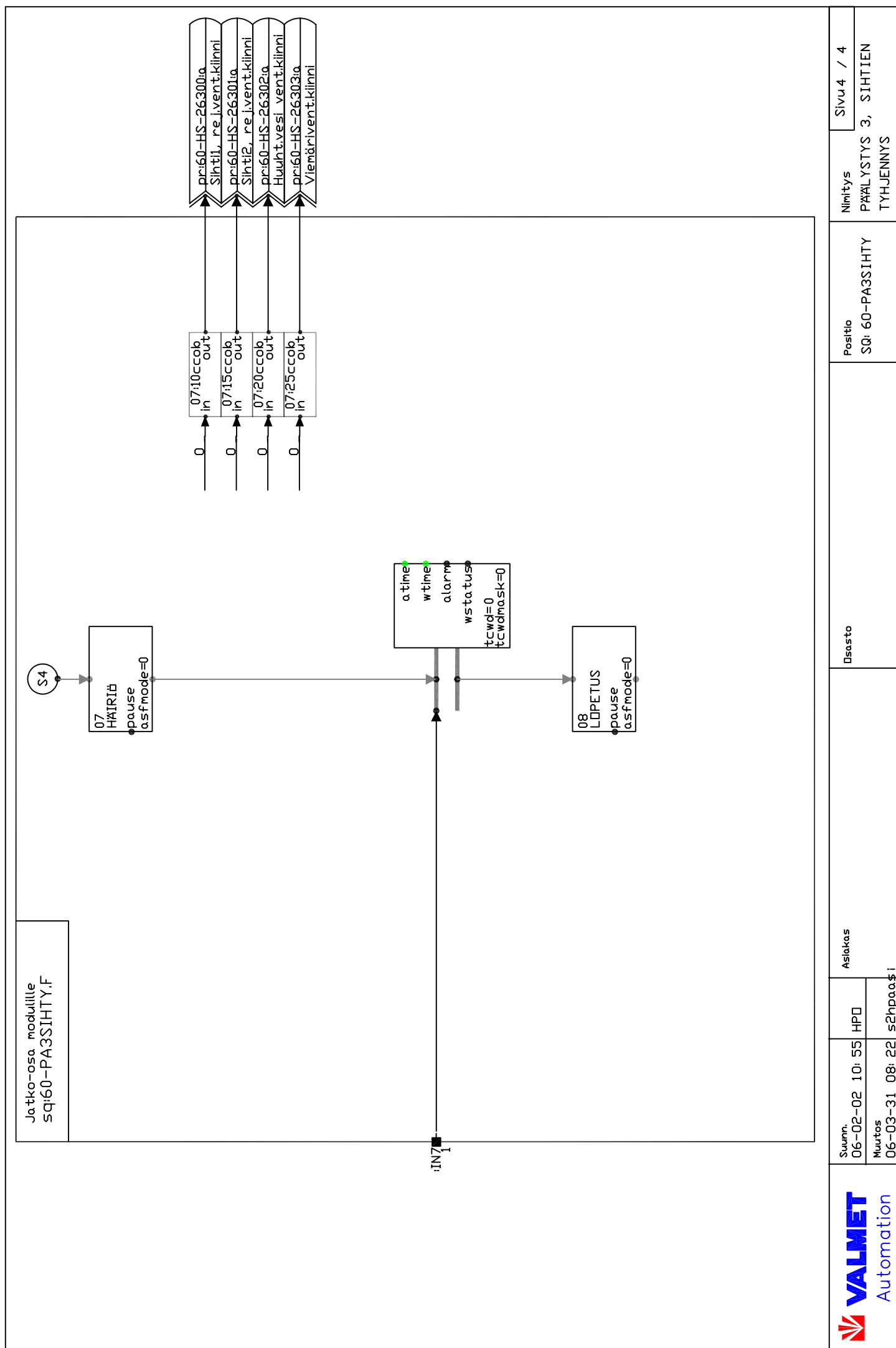


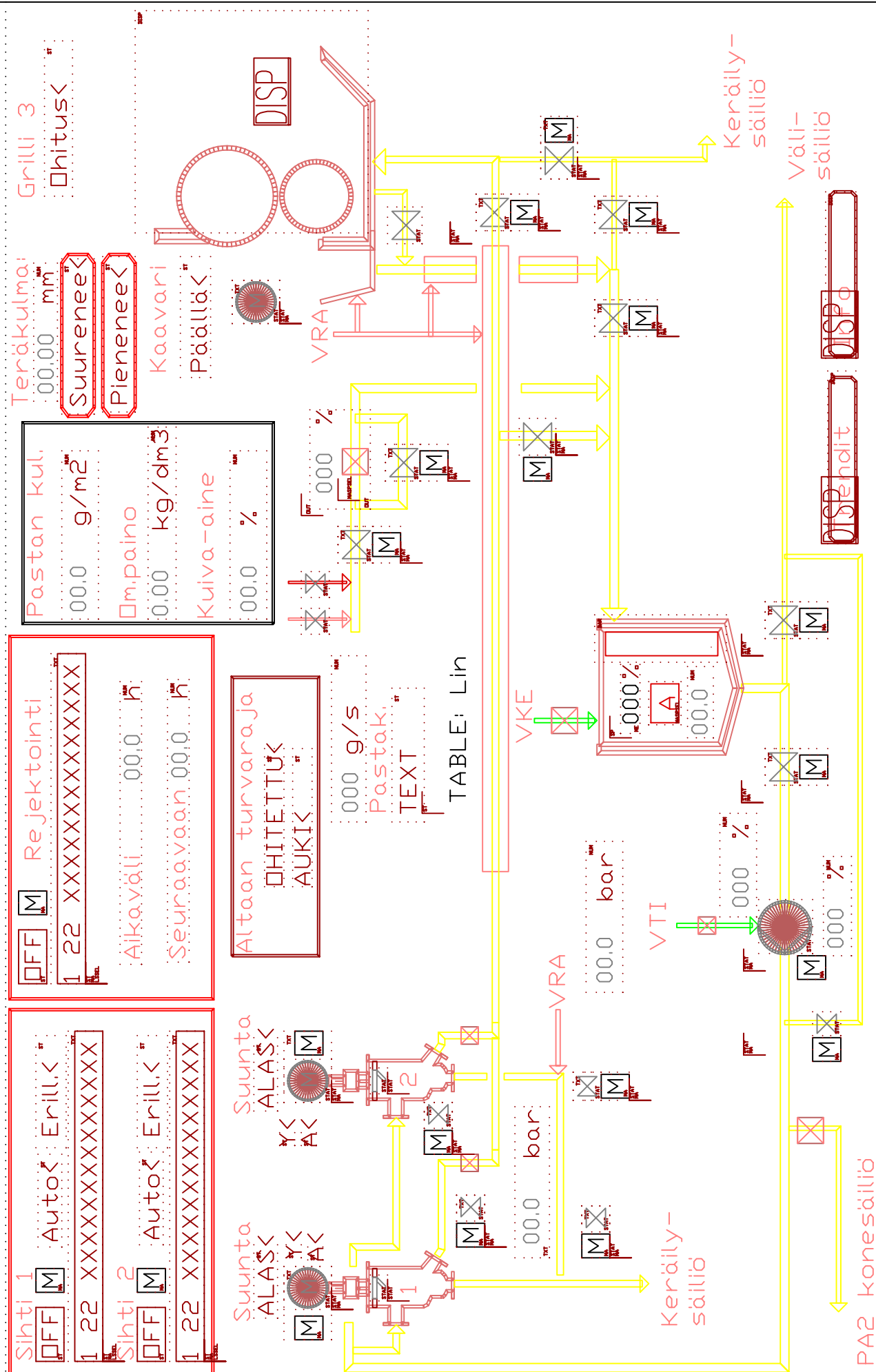












3.2 Perusparametrit (Ohjauspaneeli: Valikko P2 → P2.1)

Koodi	Parametri	Min.	Maks.	Yks.	Oletu s	Oma	ID	Huomautuksia
P2.1.1	Minimitaajuus	0,00	Par. 2.1.2	Hz	0,00	50	101	
P2.1.2	Maksimitaajuus	Par. 2.1.1	320,00	Hz	50,00	50	102	HUOM: Jos $f_{max} >$ moottorin synkr.nopeus, tarkista moot-torin ja laitteen sopivuus
P2.1.3	Kiihtyvyyss aika 1	0,1	3000,0	s	1,0	1,0	103	
P2.1.4	Hidastuvuusaika 1	0,1	3000,0	s	1,0	1,0	104	
P2.1.5	Virtaraja	$0,1 \times I_L$	$1,5 \times I_L$	A	I_L	0,48	107	HUOM: Kaavat pätevät likiarvoisesti taajuusmuuttajiin MF3-kokoon asti. Kysy tehtaalta suuremmista kokoluokista.
P2.1.6	Moottorin nimellisjännite	180	690	V	NXL2:23 0v NXL5:40 0v	500	110	Tarkista moottorin arvokilvestä
P2.1.7	Moottorin nimellistaajuus	30,00	320,00	Hz	50,00	50	111	Tarkista moottorin arvokilvestä
P2.1.8	Moottorin nimellisoisuus	300	20 000	rpm	1440	1440	112	Koskee 4-napaista moot-toria ja nimelliskokoista taajuusmuuttajaa
P2.1.9	Moottorin nimellisvirta	$0,3 \times I_L$	$1,5 \times I_L$	A	I_L	0,48	113	Tarkista moottorin arvokilvestä
P2.1.10	Moottorin cosφ	0,30	1,00		0,85	0,72	120	Tarkista moottorin arvokilvestä
P2.1.11	Käynnistystoiminto	0	1		0	0	505	0=Kiihdyttäen 1=Vauhtikäynnistys
P2.1.12	Pysäytystoiminto	0	1		0	0	506	0=Vapaasti pyörien 1=Hidastaen
P2.1.13	U/f-suhteen optimointi	0	1		0	0	109	0=Ei käytössä 1=Autom. mom. maksim.
P2.1.14	Ohjearvopaikan valinta	0	4		0	0	117	0=A11 1=A12 2=Paneeli 3=Kenttäväylä (FBSpeedReference) 4=Moottoripotentiometri
P2.1.15	AI2-signaalialue	1	2		2	2	390	Ei käytössä jos 2.2.13 > 0% tai 2.2.14 < 100% Ei käytössä jos par. 2.2.13 < 0% tai par. 2.2.14 > 100% 1=0–20 mA 2=4–20 mA 3=0V – 10V 4=2V – 10V
P2.1.16	Analogialähdön toiminta	0	12		1	0	307	0=Ei käytössä 1=Lähtötaajuus ($0-f_{max}$) 2=Taajuusohje ($0-f_{max}$) 3=Moottorin nopeus ($0-Moott.$ nimellisoisuus) 4=Lähtövirta ($0-I_{nMotor}$) 5=Moott. mom ($0-T_{nMotor}$) 6=Moott. teho ($0-P_{nMotor}$) 7=Moott. jännite ($0-U_{nMotor}$) 8= Välip. jännite ($0-U_{nMotor}$) 9=PID-säätäjän ohjearvo 10=PID-säätäjän oloarvo 11=PID-säätäjän eroarvo 12=PID-säätäjän lähtö

P2.1.17	DIN2, toiminta	0	10	1	1	319	0=Ei käytössä 1=Käy taakse (DIN1=Käy eteen) 2=Taakse (DIN1=Käy) 3=Seis (DIN1=Käy-pulssi) 4=Ulkoinen vika, sk 5=Ulkoinen vika, ak 6=Käy valmis 7=Vakionopeus 2 8=Moottoripot. YLÖS (sk) 9=PID-säätäjä pois käytöstä (Suora taajuusohje) 10=Lukitus 1
P2.1.18	DIN3, toiminta	0	16	6	0	301	0=Ei käytössä 1=Taakse 2=Ulkoinen vika, sk 3=Ulkoinen vika, ak 4=Vian kuittaus 5=Käy valmis 6=Vakionopeus 1 7=Vakionopeus 2 8=DC-jarrutuskomento 9=Moottoripot. YLÖS (sk) 10=Moottoripot. ALAS (sk) 11=PID-säät. pois käytöstä (suora taajuusohje) 12=PID-säät. ohjearvo 2 13=Lukitus 2 14=Termistoritulo (Kts. Käyttöohje, kpl 6.2.4) 15=Pakota op I/O:lle 16=Pakota op kenttäväyl.
P2.1.19	Vakionopeus 1	0,00	Par. 2.1.2	Hz	10,00	10,00	105
P2.1.20	Vakionopeus 2	0,00	Par. 2.1.2	Hz	50,00	50,00	106
P2.1.21	Automaattinen uudelleenkäynnistys	0	1		0	1	731
P2.1.22	Parametrien piilotus	0	1		0	0	115

Taulukko 3-2. Perusparametrit P2.1

3.7 Moottorinohjausparametrit (Ohjauspaneeli: Valikko P2 → P2.6)

Koodi	Parametri	Min.	Maks.	Yks.	Oletus	Oma	ID	Huomautuksia
P2.6.1	Moottorin ohjausmuoto	0	1		0		600	0=Taajuusohjaus 1=Nopeusohjaus
P2.6.2	U/f-suhteen valinta	0	3		0	0	108	0=Lineaarinen 1=Neliöllinen 2=Ohjelmoitava 3=Lin. + vuon optimointi
P2.6.3	Kentänheikennyspiste	30,00	320,00	Hz	50,00		602	
P2.6.4	Jännite kentänheikennyspisteessä	10,00	200,00	%	100,00		603	$n\% \times U_{nmot}$
P2.6.5	U/f-käyrän keskipisteen taajuus	0,00	par. P2.6.3	Hz	50,00		604	
P2.6.6	U/f-käyrän keskipisteen jännite	0,00	100,00	%	100,00		605	$n\% \times U_{nmot}$ Parametrin maks. arvo = par. 2.6.5
P2.6.7	Lähtöjännite nollataajuudella	0,00	40,00	%	0,00		606	$n\% \times U_{nmot}$
P2.6.8	KytKentätaajuus	1,0	16,0	kHz	6 kHz		601	Riippuu laitteen tehosta
P2.6.9	Ylijännitesäätäjä	0	1		1		607	0=Ei käytössä 1=Käytössä
P2.6.10	Alijännitesäätäjä	0	1		1		608	0=Ei käytössä 1=Käytössä

Taulukko 3-7. Moottorinohjausparametrit, P2.6

3.4 Lähtösignaalit (Ohjauspaneeli: Valikko P2 → P2.3)

Koodi	Parametri	Min	Max	Yks.	Oletus	Oma	ID	Huomautuksia
P2.3.1	Relelähtö 1, toiminta	0	20		3	2	313	0=Ei käytössä 1=Valmis 2=Käy 3=Vika 4=Vika käännetty 5=TM ylitäpövaroitut 6=Ulkoim. vika tai varoitut 7=Ohjearovika tai varoit. 8=Varoitut 9=Suunta taaksepäin 10=Vakionopeut 11=Asetet. nopeudessa 12=Moot.säätäjä käytössä 13=Lähtötaaj. valv.raja 1 14=Ohjauspaikka: I/O 15=Termistorivika/- varoitut 16=Oloarvon valvonta 17=Vuorottelun 1 ohjaus 18=Vuorottelun 2 ohjaus 19=Vuorottelun 3 ohjaus 20=Al valvonta
P2.3.2	Relelähtö 1 (laajennuskortti), toiminta	0	20		2	3	314	Kts. par. 2.3.1
P2.3.3	Relelähtö 2 (laajennuskortti), toiminta	0	20		3		317	Kts. par. 2.3.1
P2.3.4	Digitaalilähtö 1 (laajennuskortti), toiminta	0	20		1		312	Kts. par. 2.3.1
P2.3.5	Analogialähdön toiminta	0	12		1		307	Kts. par. 2.1.16
P2.3.6	Analogialähtö, suodatusaika	0,00	10,00	s	1,00		308	0=Ei suodatusta
P2.3.7	Analogialähtö, signaalin kääntö	0	1		0		309	0=Ei käännetty 1=Käännetty
P2.3.8	Analogialähdön minimi	0	1		0		310	0=0 mA 1=4 mA
P2.3.9	Analogialähdön skaalaus	10	1000	%	100		311	
P2.3.10	Analogialähtö 1 (laajennuskortti), toiminta	0	12		0		472	Kts. par. 2.1.16
P2.3.11	Analogialähtö 2 (laajennuskortti), toiminta	0	12		0		479	Kts. par. 2.1.16
P2.3.12	Lähtötaajuuden valvontarajan 1 toiminta	0	2		0		315	0=Ei rajaa 1=Alarajan valvonta 2=Ylärajan valvonta
P2.3.13	Lähtötaajuuden valvontarajan 1 arvo	0,00	Par. 2.1.2	Hz	0,00		316	
P2.3.14	Analogiatulon valvonta	0	2		0		356	0=Ei käytössä 1=Al1 2=Al2
P2.3.15	Al valvonta, POIS-raja	0,00	100,00	%	10,00		357	
P2.3.16	Al valvonta PÄÄLLE-raja	0,00	100,00	%	90,00		358	

Taulukko 3-4. Lähtösignaalit, P2.3